

UNIVERZA V LJUBLJANI
EKONOMSKA FAKULTETA

MAGISTRSKO DELO

**ANALIZA EKONOMSKIH IN OKOLJSKIH VIDIKOV PRIDOBIVANJA
ZEMELJSKEGA PLINA IZ SKRILAVCA**

Ljubljana, januar 2015

PETRA BOKAL

IZJAVA O AVTORSTVU

Spodaj podpisana Petra Bokal, študentka Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani, izjavljam, da sem avtorica magistrskega dela z naslovom Analiza ekonomskih in okoljskih vidikov pridobivanja zemeljskega plina iz skrilavca, pripravljenega v sodelovanju s svetovalko doc. dr. Jeleno Zorić.

Izrecno izjavljam, da v skladu z določili Zakona o avtorski in sorodnih pravicah (Ur. l. RS, št. 21/1995 s spremembami) dovolim objavo magistrskega dela na fakultetnih spletnih straneh.

S svojim podpisom zagotavljam, da

- je predloženo besedilo rezultat izključno mojega lastnega raziskovalnega dela;
- je predloženo besedilo jezikovno korektno in tehnično pripravljeno v skladu z Navodili za izdelavo zaključnih nalog Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani, kar pomeni, da sem
 - poskrbela, da so dela in mnenja drugih avtorjev oziroma avtoric, ki jih uporabljam v magistrskem delu, citirana oziroma navedena v skladu z Navodili za izdelavo zaključnih nalog Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani, in
 - pridobila vsa dovoljenja za uporabo avtorskih del, ki so v celoti (v pisni ali grafični obliki) uporabljena v tekstu, in sem to v besedilu tudi jasno zapisala;
- se zavedam, da je plagiatorstvo – predstavljanje tujih del (v pisni ali grafični obliki) kot mojih lastnih – kaznivo po Kazenskem zakoniku (Ur. l. RS, št. 55/2008 s spremembami);
- se zavedam posledic, ki bi jih na osnovi predloženega magistrskega dela dokazano plagiatorstvo lahko predstavljalo za moj status na Ekonomski fakulteti Univerze v Ljubljani v skladu z relevantnim pravilnikom.

V Ljubljani, dne _____

Podpis avtorice: _____

KAZALO VSEBINE

UVOD	1
1 TRG ZEMELJSKEGA PLINA	2
1.1 Struktura proizvodnje ter porabe zemeljskega plina	4
1.2 Zaloge konvencionalnega zemeljskega plina	8
1.3 Vloga zemeljskega plina v energetske politiki EU	9
1.4 Cenovni mehanizmi na trgu zemeljskega plina.....	11
1.5 Dejavniki, ki vplivajo na ceno zemeljskega plina.....	13
1.6 Izkoriščanje zemeljskega plina iz nekonvencionalnih virov	15
1.7 Zaloge nekonvencionalnega zemeljskega plina po svetu.....	15
1.8 Razvoj proizvodnje nekonvencionalnega zemeljskega plina.....	17
2 ZEMELJSKI PLIN IZ SKRILAVCA	18
2.1 Zgodovina pridobivanja zemeljskega plina iz skrilavca	18
2.2 Zaloge zemeljskega plina iz skrilavca po svetu	19
2.3 Postopek pridobivanja zemeljskega plina iz skrilavca	24
2.4 Posledice črpanja plina iz skrilavca v ZDA	26
2.4.1 Posledice črpanja plina iz skrilavca na cene	26
2.4.2 Posledice črpanja plina iz skrilavca na gospodarstvo	29
2.4.3 Posledice črpanja plina iz skrilavca na energetske neodvisnost	31
2.4.4 Posledice črpanja plina iz skrilavca na okolje.....	32
2.4.4.1 Zemeljski odtis	33
2.4.4.2 Območni potresi	35
2.4.4.3 Vpliv na vodo	35
2.4.4.4 Onesnaževanje zraka	38
2.5 Zakonodaja v ZDA in EU	41
2.5.1 Zakonodaja v ZDA.....	41
2.5.1.1 Zakon o ohranitvi in obnovitvi virov	44
2.5.1.2 Zakon o čistem zraku	45
2.5.1.3 Zakon o varni pitni vodi	46
2.5.1.4 Zakon o čisti vodi	46
2.5.1.5 Zakon o uporabi vode.....	47
2.5.1.6 Odškodninska odgovornost okoljevarstvenih agencij in proizvajalcev plina iz skrilavca	47
2.5.2 Zakonodaja v EU.....	48
2.6 Zemeljski plin iz skrilavca v Sloveniji	51
3 NAPOVEDI ZA PRIHODNOST	52
3.1 Napovedi uradnih inštitucij in plinskih družb	53
3.2 Dvom o pretirano optimističnih napovedih.....	58
3.3 Energetska neodvisnost kot motiv za proizvodnjo plina iz skrilavca	59
3.4 Ogroženost razvoja obnovljivih virov energije	62
3.5 Plin iz skrilavca kot borzni mehurček	62
SKLEP.....	65
LITERATURA IN VIRI	67

KAZALO SLIK

<i>Slika 1: Struktura svetovne porabe zemeljskega plina v letu 1973 (v %)</i>	<i>7</i>
<i>Slika 2: Struktura svetovne porabe zemeljskega plina v letu 2012 (v %)</i>	<i>7</i>
<i>Slika 3: Struktura dokazanih zalog zemeljskega plina po regijah na dan 1.1.2013 (v %).....</i>	<i>8</i>
<i>Slika 4: Struktura preostale zaloge tehnično pridobljivega nekonvencionalnega zemeljskega plina (dokazane in neodkrite zaloge) glede na tip konec leta 2011 (v %)</i>	<i>16</i>
<i>Slika 5: Graf mesečne proizvodnje zemeljskega plina iz skrilavca po posameznih nahajališčih plina v ZDA v milijonih kubičnih metrov v obdobju od leta 2000 do 2014</i>	<i>17</i>
<i>Slika 6: Svetovni zemljevid polj z zemeljskim plinom iz skrilavca (ocenjene ter neocenjene v poročilu) glede na maj 2013</i>	<i>20</i>
<i>Slika 7: Struktura zalog plina iz skrilavca po državah (v %).....</i>	<i>24</i>
<i>Slika 8: Postopek vodoravnega vrtnanja in hidravličnega lomljenja</i>	<i>25</i>
<i>Slika 9: Graf gibanja cen zemeljskega plina v izbranih državah ter cene nafte v državah OECD od leta 2000 do 2013 v ameriških dolarjih na milijon britanskih termalnih enot.....</i>	<i>26</i>
<i>Slika 10: Graf gibanja uvozne cene utekočinjenega zemeljskega plina v ZDA v ameriških dolarjih za 1000 kubičnih čevljev (28 kubičnih metrov) plina v obdobju od 1988 do 2012</i>	<i>28</i>
<i>Slika 11: Graf gibanja celotnega neto uvoza zemeljskega plina ter uvoza utekočinjenega plina v ZDA v milijonih kubičnih metrov med 1985 in 2013</i>	<i>31</i>
<i>Slika 12: Napoved celotne proizvodnje zemeljskega plina po regijah do leta 2035 glede na 2012 v milijonih ton enakovrednih nafte</i>	<i>53</i>
<i>Slika 13: Število obratujočih vrtin zemeljskega plina v ZDA v obdobju med 1989 in 2013</i>	<i>59</i>
<i>Slika 14: Uvoz zemeljskega plina v EU-28 v terajoulih med letoma 1990 in 2012</i>	<i>60</i>

KAZALO TABEL

<i>Tabela 1: Največje svetovne proizvajalke zemeljskega plina v letu 2013.....</i>	<i>6</i>
<i>Tabela 2: Največje svetovne neto izvoznice ter uvoznice zemeljskega plina v letu 2013</i>	<i>6</i>
<i>Tabela 3: Stanje dokazanih svetovnih zalog zemeljskega plina na dan 1.1.2013.....</i>	<i>8</i>
<i>Tabela 4: Glavni predpisi glede notranjega plinskega trga EU</i>	<i>9</i>
<i>Tabela 5: Preostala zaloga tehnično pridobljivega zemeljskega plina v bilijonih kubičnih metrov (dokazane in neodkrite zaloge) glede na tip in regijo konec leta 2011</i>	<i>16</i>
<i>Tabela 6: Ocenjene svetovne zaloge zemeljskega plina iz skrilavca po kontinentih</i>	<i>21</i>
<i>Tabela 7: Države z največjimi zalogami plina iz skrilavca v bilijonih kubičnih metrov</i>	<i>23</i>
<i>Tabela 8: Uporaba razpoložljive vode na nahajališčih plina iz skrilavca v ZDA v odstotkih. 37</i>	
<i>Tabela 9: Izpusti zračnih emisij zaradi vrtnanja, hidravličnega lomljenja in drugih aktivnosti, povezane s pridobivanjem zemeljskega plina iz skrilavca</i>	<i>38</i>
<i>Tabela 10: Seznam najpogostejših kemikalij, ki tvorijo tekočino, uporabljeno za hidravlično lomljenje</i>	<i>43</i>
<i>Tabela 11: Napoved strukture virov primarne energije v porabi v ZDA.....</i>	<i>57</i>
<i>Tabela 12: Poreklo uvoza zemeljskega plina v Evropo iz držav zunaj EU-28 v odstotkih</i>	<i>61</i>

UVOD

Dandanes je naš svet močno odvisen od primarnih virov energije, da lahko nemoteno funkcioniramo v raznih vlogah, ki jih v življenju igramo. Zato ima kakršenkoli pretres ali revolucija na področju preskrbe z energijo pomemben vpliv na slehernega posameznika. Zadnje desetletje je zemeljski plin iz skrilavca tako potenciral svoj pomen in vpliv na področju energetike, geopolitike in vsakdanjega življenja ljudi, da bi lahko pričeli govoriti o naslednji energetske revoluciji.

Namen magistrskega dela je ovrednotiti potencial, ki ga prinaša pridobivanje zemeljskega plina iz skrilavca, ob upoštevanju ekonomskih in okoljskih vidikov tovrstnega pridobivanja. Tako želim ugotoviti, ali razmah pridobivanja zemeljskega plina iz težko prepustnega skrilavca z uporabo najnaprednejših tehnologij nakazuje na novo energetske revolucijo ali gre le za napredek v tehnološkem razvoju oziroma umetno ustvarjen borzni mehurček, ki ne bo pustil večjih posledic v raznih sferah človeške družbe. Poleg tega me bo zanimalo, ali in v kolikšni meri so v ekonomski analizi upravičenosti pridobivanja zemeljskega plina iz skrilavca ustrezno upoštevani okoljski stroški in negativne eksternalije, ki jih prinaša tovrsten način pridobivanja zemeljskega plina.

Cilji naloge so:

- analizirati trende na trgu zemeljskega plina (struktura in gibanje povpraševanja ter ponudbe zemeljskega plina, konvencionalne in nekonvencionalne zaloge plina, cene zemeljskega plina, razlike med državami);
- podrobneje proučiti značilnosti (prednosti in slabosti) postopka pridobivanja plina iz skrilavca;
- izdelati primerjalno analizo ameriške in evropske zakonodaje;
- ugotoviti, kakšen je potencial za črpanje zemeljskega plina iz skrilavca v Evropi in Sloveniji ter;
- podati smernice in obete prihodnjega razvoja.

Pri magistrskem delu bom uporabila opisno oziroma deskriptivno metodo s študijo različne domače in tuje literature. Poleg tega se bom poslužila analize gibanja trendov na trgu zemeljskega plina na podlagi predhodno zbranih sekundarnih podatkov iz različnih statističnih virov oziroma od pristojnih mednarodnih organizacij. Nadalje bom uporabila metodo primerjalne analize zakonodaje v ZDA in EU ter metodo sinteze pri povzemanju glavnih spoznanj in ugotovitev. Opravila bom tudi študijo primera Slovenije.

V prvem poglavju magistrske naloge so za uvod v obravnavano tematiko razčlenjeni najrazličnejši vidiki trga zemeljskega plina. V naslednjem poglavju se osredotočam na zemeljski plin iz skrilavca – postopek njegovega pridobivanja, ocenjene zaloge po svetu, posledice na okolje ter vpliv na cene zemeljskega plina, gospodarstvo in energetske

neodvisnost. V drugem poglavju obravnavam tudi zakonodajni vidik te dejavnosti v ZDA in EU ter raziščem, kakšne so možnosti za pridobivanje zemeljskega plina iz nekonvencionalnih virov v Sloveniji. V zadnjem poglavju povzemam obete zemeljskega plina v prihodnosti ter nato zaključim magistrsko nalogo s sklepno mislijo.

1 TRG ZEMELJSKEGA PLINA

Energija je odigrala pomembno vlogo v človeškem in ekonomskem razvoju ter pri družbeni blaginji. Ekonomska aktivnost bi bila omejena in umirjena, če ne bi bilo toplote in elektrike pri izgorevanju goriv. Sodobna družba uporablja vse več energije v industriji, storitvenem sektorju, transportu ter za ogrevanje domov (IEA, 2004, str. 13).

Rast prebivalstva in dohodka sta ključna gonilnika rasti povpraševanja po energiji. Do leta 2030 bo po napovedih svetovno prebivalstvo naraslo na 8,3 milijarde ljudi, to je 1,3 milijarde ljudi več, ki bo potrebovalo dodatno energijo. Realni svetovni dohodek se bo po predvidevanjih v letu 2030 glede na 2011 približno podvojil. Svetovna poraba primarne energije pa naj bi od leta 2011 do leta 2030 naraščala z 1,6 odstotno letno stopnjo (BP, 2013, str. 9).

Eden izmed vedno bolj pomembnih virov energije je zemeljski plin. Leta 2011, po nesreči v jedrski elektrarni v Fukušimi, je Mednarodna energetska agencija v svoji napovedi za prihodnost nakazala, da bo obdobje do leta 2035 zaznamovala zlata doba zemeljskega plina, na podlagi sledečih dejavnikov (Badida, 2013):

- obsežna gospodarska rast na Kitajskem povezana z znatno porabo zemeljskega plina;
- nizek oziroma nižji delež jedrske energije v proizvodnji električne energije;
- večja uporaba zemeljskega plina v transportnem sektorju;
- razcvet nekonvencionalnih virov zemeljskega plina in nizke cene plina.

Zemeljski plin je fosilno gorivo, ki se nahaja več tisoč metrov pod zemljino površino ali pod morjem. Nahaja se pod neprepustnimi zemeljskimi plastmi pod visokim tlakom in temperaturo, najpogosteje kot plinska blazina nad nafto v naftnih poljih. Zemeljski plin je naravni ogljikovodik, brez barve, vonja in okusa. Lažji je od zraka, v mešanici z zrakom je eksploziven in gori z modrim plamenom. Še leta 1973 je predstavljal 16% celotne dobave primarne energije, leta 2012 pa je predstavljal že 21,3% dobave energije (IEA, 2014b, str. 6; IEA, 2014a).

Zemeljski plin je nastal v zemljini skorji kot posledica preobrazbe organske snovi zaradi vročine in pritiska kamnine nad njo. Plinski ogljikovodiki lahko sicer nastanejo tudi kot posledica mikrobnega razkroja organskih snovi in kot zmanjšanje mineralnih snovi. Nekateri izmed tako nastalih plinov se sprostitjo v atmosfero ali hidrosfero, medtem ko se preostanek zbira v zgornjih plasteh zemljine skorje. Sestava zemeljskega plina se razlikuje glede na več

dejavnikov, kot so izvor, mesto nahajališča in geološka struktura (Liang, Rycak, Sayeed & Zhao, 2012, str. 1).

Zemeljski plin ni unikaten kemični proizvod, saj je sestavljen iz večjih ogljikovodikovih plinov, pri čemer prevladuje metan (ponavadi več kot 85%), sledijo mu etan, butan in pentan. Komponente kot so ogljikov dioksid, vodikov sulfid, dušik in helij predstavljajo manjši del zmesi zemeljskega plina. Črpa se ga iz naravnih podzemnih rezerv, podobno kot nafto. Ko se ga pridobiva iz plinskega polja ali v povezavi s surovo nafto, ga tvori zmes plinov in tekočin, pri čemer vse sestavine ne končajo kot energetske dobrine. Šele po obdelavi se iz začetne zmesi pridobi zemeljski plin, primeren za prodajo na trgu. Plin, ki je proizveden skupaj z nafto, se imenuje sestavljeni plin, medtem ko se plin, pridobljen iz plinskega rezervoarja, ki ni vezan na nafto, imenuje nesestavljeni plin (IEA, 2004, str. 55).

V podzemnih rudnikih se pri pridobivanju premoga lahko sprosti plin. Tovrstni plin se imenuje premogovni plin oziroma premogovni metan, katerega je potrebno zaradi varnostnih razlogov odstraniti, pri čemer ga je moč zbrati in uporabiti kot gorivo. Zemeljski plin delimo na moker in suh plin. Moker plin je plin, ki vsebuje precejšnjo količino butana in težjih ogljikovodikov (tako imenovane tekočine zemeljskega plina). Zemeljski plin, ki se ga proizvaja skupaj z nafto – sestavljeni plin – je ponavadi moker plin. Suh plin je sestavljen predvsem iz metana z relativno majhnim deležem etana, propana in podobnih spojin. Nesestavljeni plin je običajno suh plin (IEA, 2004, str. 55).

Za lažji transport preko daljših razdalj se zemeljski plin lahko pretvori v tekočino, takrat govorimo o utekočinjenem zemeljskem plinu. Pri tem postopku se spremeni zgolj fizično stanje iz plina v tekočino. Zemeljski plin se meri v različnih enotah, bodisi glede na vsebnost energije (pogosto uporabljene enote so joule, kalorije, kilovatne ure in Btu – britanske termalne enote) bodisi glede na prostornino, kjer je enota kubični meter (IEA, 2004, str. 55-56).

Povpraševanje po zemeljskem plinu je v večini držav sezonske narave. Pozimi povpraševanje po plinu pogosto obremenjuje prenosne in distribucijske plinske sisteme. Zato je plin potrebno skladiščiti za potrebe povečanega sezonskega povpraševanja in zaradi viškov v povpraševanju nasploh. Skladišča za povišano sezonsko povpraševanje, ki lahko služijo tudi kot skladišča strateškega namena, morajo v času nizkega povpraševanja uskladiščiti obilne količine plina za počasno črpanje v obdobju višjega sezonskega povpraševanja. Skladišča za viške v povpraševanju skladiščijo manjše količine plina, vendar morajo biti sposobna plin hitro sprostiti v prenosno omrežje, da se zadosti nenadnemu porastu v povpraševanju (IEA, 2004, str. 63).

Uskladiščen zemeljski plin je potrebno razlikovati od zalog zemeljskega plina nasploh. Prvo označuje plin, ki je že proizveden in bo uporabljen za strateške, sezonske potrebe ali viške v povpraševanju, medtem ko drugo označuje ocenjene količine plina, ki še niso proizvedene,

vendar na podlagi analiz geoloških podatkov s sprejemljivo gotovostjo vemo, da so pridobljive v bodočih letih iz znanih naftnih in plinskih rezervoarjev (IEA, 2004, str. 63).

Prednosti uporabe zemeljskega plina so sledeče:

- med fosilni gorivi velja plin za energetsko najučinkovitejšega ter ekološko najprimernejšega, saj omogoča čistejše izgorevanje, ker oddaja manj emisij CO₂ kot premog ali nafta. Zaradi slednjega se zemeljski plin pogosto predstavlja kot premostitveno sredstvo do brezogljicne družbe (Ground Water Protection Council, 2009, str. 5-6);
- vsestranskost za izkoriščanje. Uporablja se ga namreč za ogrevanje domov, pri proizvodnji elektrike, kot pogonsko gorivo v transportu in v proizvodnih procesih v industrijah kot so farmacija, kozmetika, elektronika in drugo (Liang et al., 2012, str. 2-5);
- možno skladiščenje plina za zadoščenje sezonskemu povpraševanju ali pri viških povpraševanja, pri nizki proizvodnji energije iz obnovljivih virov kot tudi za strateške rezerve plina, ki zagotavljajo varnost pri preskrbi s plinom (IEA, 2004, str. 63);
- transport zemeljskega plina po cevovodih razbremenjuje cestni in železniški promet ter ne povzroča hrupa, kar je še ena izmed številnih prednosti plinastega fosilnega goriva (Ground Water Protection Council, 2009, str. 5-6).

Uporaba zemeljskega plina predstavlja tudi določene slabosti:

- trenutno še ne obstaja globalno integriran trg zemeljskega plina, zato prevladujejo različni cenovni mehanizmi na različnih regijskih trgih. Vseeno se plinski trg spreminja s širjenjem plinske infrastrukture, spodbujanjem prostega trga in z večjo konkurenčnostjo nekonvencionalnih virov plina, tako da je premik k bolj konkurenčnim trgom zemeljskega plina vse bolj verjeten (EIA, 2013b, str. 45);
- relativno zahteven in drag transport na srednje oziroma dolge razdalje, ponekod pomanjkljiva oziroma premalo razvita transportna infrastruktura - pomanjkanje plinovodov in pa obratov za utekočinjenje zemeljskega plina (IEA, 2004, str. 62);
- pri pridobivanju zemeljskega plina prihaja zaradi nenamernih in namernih izpustov plina tudi do pobeglih emisij metana, ki je močan toplogredni plin, z veliko večjim toplogrednim učinkom kot ogljikov dioksid (Dobb, 2013, str. 36). Pričakovati je sicer, da bo izpustov metana čedalje manj zaradi bolj stroge zakonodaje, boljše tehnologije črpanja in prenosne infrastrukture kot tudi zaradi zmanjšanja izgub prihodka naftnih in plinskih družb;
- za razliko od obnovljivih virov energije je zaloga zemeljskega plina končna in bo pošla v nekaj desetletjih, v kolikor bo povpraševanje po njem ostalo enako ali večje kot do sedaj.

1.1 Struktura proizvodnje ter porabe zemeljskega plina

Leta 2012 je bila rast povpraševanja po zemeljskem plinu (2%) relativno skromna v primerjavi z rastjo povpraševanja desetletje poprej (2,8% na letni ravni). Če upoštevamo nižjo rast svetovnega gospodarstva, pa je bila rast povpraševanja relativno visoka. Delež

zemeljskega plina med globalnimi energenti se še naprej povečuje. Povpraševanje po plinu je raslo hitreje kot povpraševanje po nafti (1%), vendar počasneje kot povpraševanje po elektriki iz obnovljivih virov energije (9,7%). Povpraševanje po plinu se zmanjšuje v regiji gospodarsko zrelih OECD držav in povečuje v državah nečlanicah OECD, kjer potrebe v industriji in energetske sektorjih potiskajo porabo zemeljskega plina navzgor. Kitajska beleži največjo rast povpraševanja po plinu, poraba plina se je leta 2012 povečala namreč za 13% glede na leto 2011. Gospodarstvo še naprej igra pomembno vlogo pri povpraševanju po plinu med različnimi regijami. V letu 2013 je bilo svetovno gospodarstvo še vedno na počasni poti okrevanja, pri čemer Evropa zaostaja za preostalim svetom (IEA, 2013, str. 11).

Na strani ponudbe je bilo leto 2012 v znamenju pomembnih razlik med regijami. ZDA so prispevale skoraj polovico vsega povečanja ponudbe zemeljskega plina. V Saudski Arabiji, Katarju in na Kitajskem se je ponudba plina povečala zaradi razvoja novih črpališč, medtem ko se je ponudba plina s strani Norveške in Turkmenistana povečala zaradi povečanja povpraševanja njunih največjih izvoznih trgov – Evrope oziroma Kitajske. Na drugi strani se je proizvodnja zemeljskega plina v Rusiji možno zmanjšala zaradi manjšega domačega povpraševanja in zaradi zmanjšanja povpraševanja po dragem ruskem plinu s strani držav uvoznic.

Leto 2012 je bilo zaznamovano tudi z nižjim medregijskim trgovanjem s plinom. Glavni povod za to je bil 2% padec v svetovni trgovini z utekočinjenim zemeljskim plinom, medtem ko se je uvoz plina v Evropo in Srednji vzhod preko plinovodov prav tako zmanjšal. Zmanjšanje v trgovanju z utekočinjenim plinom je bila posledica nepričakovanega padca ponudbe. Svetovna kapaciteta utekočinjenja plina se je sicer z novim obratom v Avstraliji povečala, vendar nov obrat ni mogel kompenzirati pojemajoče izrabe svetovnih kapacitet utekočinjenja plina zaradi pojemajočih zrelih nahajališč plina, težav pri razvoju nove proizvodnje in naglega povečanja domačega povpraševanja po plinu, skupaj z omejenim izvozom plina iz Indonezije, Alžirije, Egipta, Omana in Združenih arabskih emiratov. Bombne eksplozije na plinovodih v Jemnu so poleg tega pomembno vplivale na svetovni izvoz utekočinjenega zemeljskega plina. Številni izmed omenjenih trendov bodo še naprej pomembni dejavniki svetovnih trgov utekočinjenega zemeljskega plina na srednji rok.

Svetovni trg zemeljskega plina se vse bolj premika iz evropskega na azijski trg. Od 2012 dalje predstavlja azijski trg 46% svetovne trgovine z zemeljskim plinom (leta 2011 še 40%). S tem je Azija prevzela prvo mesto kot največja uvozna regija, tako da je sedaj OECD Evropa na drugem mestu s 45%. Evropa ostaja daleč največji uvoznik zemeljskega plina preko plinovodov, medtem ko Azija uvozi skoraj štirikrat več utekočinjenega zemeljskega plina kot Evropa. Poleg največjih uvoznic energije v regiji – Kitajske in Indije – in tradicionalnih uvoznic utekočinjenega plina kot so Japonska, Koreja in Tajvan, so se v Aziji pojavile nove države uvoznice utekočinjenega plina kot so Tajska in Indonezija, katerima bosta kmalu sledila Malezija in Singapur (IEA, 2013, str. 11-12).

Kot je razvidno iz Tabele 1, sta bili leta 2013 daleč največji proizvajalki zemeljskega plina Združene države Amerike in Rusija. Prvo peterico zaključujejo Katar, Iran in Kanada.

Tabela 1: Največje svetovne proizvajalke zemeljskega plina v letu 2013

Država	Proizvodnja v milijardah kubičnih metrov	Delež v svetovni proizvodnji (v %)
ZDA	689	19,8
Rusija	671	19,3
Katar	161	4,6
Iran	159	4,6
Kanada	155	4,5
Kitajska	115	3,3
Norveška	109	3,1
Nizozemska	86	2,5
Saudska Arabija	84	2,4
Alžirija	80	2,3
Preostanek sveta	1.170	33,6
Celoten svet	3.479	100,0

Vir: IEA, Key world energy statistics, 2014b, str. 13.

Največje neto izvoznice v letu 2013 so bile Rusija, Katar in Norveška, medtem ko so bile največje neto uvoznice Japonska, Nemčija ter Italija (glej Tabela 2). V neto izvozu in neto uvozu je upoštevan tako zemeljski plin v plinastem stanju, ki se transportira po plinovodih, kot tudi utekočinjen zemeljski plin, ki se transportira z ladjami (IEA, 2014b, str. 13).

Tabela 2: Največje svetovne neto izvoznice ter uvoznice zemeljskega plina v letu 2013

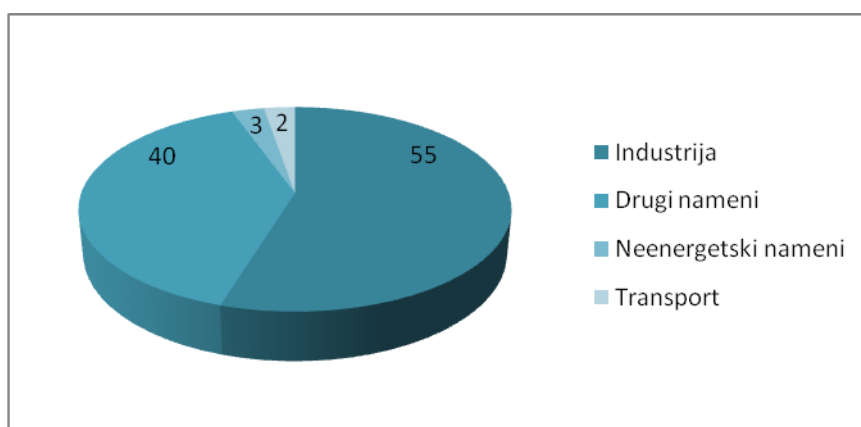
Rang	Država	Neto izvoz v milijardah kubičnih metrov	Delež glede na celoten svet (v %)	Država	Neto uvoz v milijardah kubičnih metrov	Delež glede na celoten svet (v %)
1.	Rusija	203	24	Japonska	123	15
2.	Katar	121	14	Nemčija	76	9
3.	Norveška	103	12	Italija	62	7
4.	Kanada	54	6	Južna Koreja	53	6
5.	Alžirija	45	5	Kitajska	49	6
6.	Turkmenistan	45	5	Turčija	45	5
7.	Nizozemska	40	5	Francija	43	5
8.	Indonezija	35	4	Združeno kraljestvo	39	5
9.	Avstralija	26	3	ZDA	37	4
10.	Nigerija	22	3	Španija	30	4
/	Preostanek sveta	156	18	Preostanek sveta	279	33
/	Celoten svet	850	100	Celoten svet	836	100

Vir: IEA, Key world energy statistics, 2014b, str. 13.

Za lažji transport zemeljskega plina na dolge razdalje se plin največkrat utekočini pri minus 160 stopinjah celzija. Utekočinjen zemeljski plin zavzema bistveno manjšo prostornino kot zemeljski plin v plinastem stanju, in sicer eno šestotino začetne prostornine. Utekočinjenje torej spremeni fizično stanje zemeljskega plina iz plina v tekočino. Za utekočinjenje zemeljskega plina so potrebni posebni obrati in oprema, zato se sposobnosti držav izvoznic za utekočinjenje zemeljskega plina razlikujejo. Največja država izvoznica utekočinjenega zemeljskega plina je Katar, ki ima obrate za utekočinjenje ene četrtine svetovnih kapacitet. Sledijo ji Indonezija, Malezija, Alžirija in Avstralija (IEA, 2004, str. 55; IEA, 2014a).

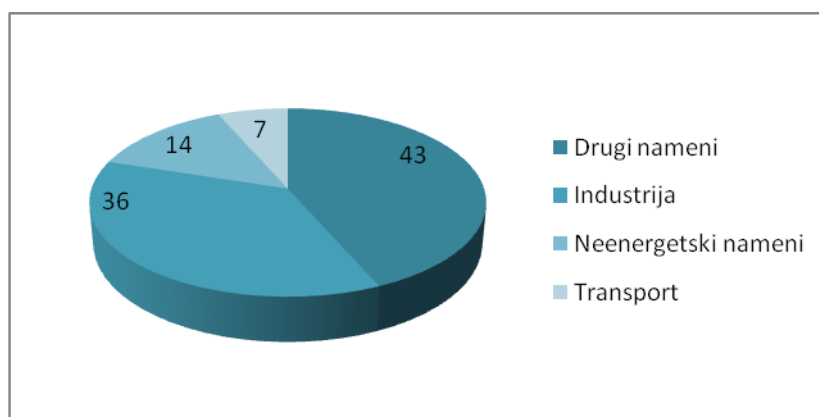
Sliki 1 in 2 prikazujeta, da se je med leti 1973 in 2012 struktura svetovne porabe zemeljskega plina precej spremenila. Če se je v preteklosti več kot polovico plina porabilo v industriji, se dandanes večji delež plina koristi v transportu, za neenergetske namene (uporaba plina kot surovino in ne kot gorivo) ter druge namene (v kmetijstvu, trgovini in javnih službah, v gospodinjstvih ter ostalo) (IEA, 2014b, str. 34).

Slika 1: Struktura svetovne porabe zemeljskega plina v letu 1973 (v %)



Vir: IEA, Key world energy statistics, 2014b, str. 34.

Slika 2: Struktura svetovne porabe zemeljskega plina v letu 2012 (v %)

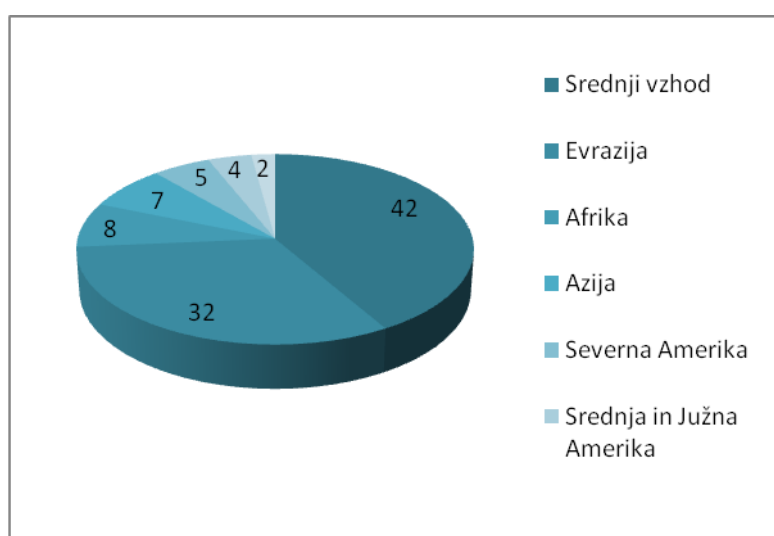


Vir: IEA, Key world energy statistics, 2014b, str. 34.

1.2 Zaloge konvencionalnega zemeljskega plina

Kot je razvidno iz Slike 3, je največ dokazanih zalog zemeljskega plina na Srednjem vzhodu in v Evraziji (skoraj tri četrtine). Med vsemi državami na svetu poseduje največ dokazanih zalog zemeljskega plina Rusija, sledita ji Iran in Katar, ki skupaj posedujejo približno 55% svetovnih zalog plina (glej Tabela 3). Kljub temu, da se rezerve vseskozi potencirano črpajo, ostaja razmerje preostalih zalog glede na proizvodnjo visoko. Z omenjenim kazalcem se ocenjuje namreč preostali rok trajanja zemeljskega vira. Svetovno razmerje zalog zemeljskega plina glede na proizvodnjo je ocenjeno na 64 let, kar je dovolj za nemoteno rast svetovnega gospodarstva vsaj do leta 2035.

Slika 3: Struktura dokazanih zalog zemeljskega plina po regijah na dan 1.1.2013 (v %)



Vir: EIA, *International energy outlook, 2013b*, str. 63.

Tabela 3: Stanje dokazanih svetovnih zalog zemeljskega plina na dan 1.1.2013

Država	Rezerve v bilijonih kubičnih metrov	Delež svetovnih zalog (v %)
Rusija	48	24,9
Iran	34	17,5
Katar	25	13,1
Savdska Arabija	8	4,2
ZDA	8	4,0
Turkmenistan	8	3,9
Združeni arabski emirati	6	3,2
Venezuela	6	2,9
Nigerija	5	2,7
Alžirija	5	2,3
Preostanek sveta	39	21,3
Celoten svet	192	100

Vir: EIA, *International energy outlook, 2013b*, str. 63.

Dokazane zaloge zemeljskega plina vključujejo samo ocenjene količine plina, ki se ga da ekonomično proizvesti iz znanih virov in so zato samo del celotne potencialne baze rezerv zemeljskega plina (EIA, 2013b, str. 63).

1.3 Vloga zemeljskega plina v energetske politiki EU

Evropska unija postaja energetskeo čedalje bolj odvisna in je na počasni poti do brezogljjične družbe. Izmed vseh fosilnih goriv je ravno zemeljski plin viden kot most za prehod v brezogljjično družbo. Pri tem se proizvodnja plina v EU zmanjšuje, medtem ko se poraba plina povečuje. Evropski svet je leta 2007 sprejel ambiciozne cilje na področju energetike in spreminjanja podnebja, ki naj bi se uresničili do leta 2020. Ti cilji so (European Commission, 2011, str. 4):

- zmanjšati emisije toplogrednih plinov za 20%;
- povečati delež obnovljivih virov energije na 20%;
- izboljšati energetskeo učinkovitost za 20%.

Ker ni verjetno, da bodo vsi trije cilji doseženi do leta 2020 in ker so cilji neustrezni za soočenje z dolgoročnimi izzivi, je Evropski svet junija 2010 sprejel novo strategijo, imenovano Europe 2020 Strategy, s katero želijo doseči, da bi Evropa prebrodila recesijo na bolj konkurenčni, varni in trajnostni poti. Nova energetske strategija (European Commission, 2011, str. 7) se osredotoča na pet prioritete:

- doseči, da bo Evropa energetskeo učinkovita;
- postaviti resnično vseevropski integriran energetskeo trg;
- okrepiti moč potrošnikov in doseči najvišjo raven varnosti in brezskrbnosti;
- razširiti vodstvo Evrope v energetske tehnologiji in inovacijah;
- okrepiti zunanjo dimenzijo evropskega energetskega trga.

Tabela 4: Glavni predpisi glede notranjega plinskega trga EU

Leto	Direktiva oziroma zakon	Glavni cilji
1998	Prva plinska direktiva 98/30/EC	Zagotoviti dostop tretje strani za izboljšanje konkurenčnosti in varnosti preskrbe.
2003	Druga plinska direktiva 2003/55/EC znana kot direktiva za pospeševanje	Spodbujati pravno razdelitev operaterjev prenosnega omrežja in podjetij, ki trgujejo s plinom na prostovoljni osnovi. Deregulirati plinske trge ter uveljaviti dostop tretjih strank.
2004	Prvi strateški pregled energetike	Navodila za izboljšano varnost pri preskrbi s plinom.
2005	Evropski forum regulacije plina	Zbrane smernice za storitve in pravila glede dostopa tretje strani.
2007	Poročilo Evropske komisije imenovano Energetske politika za Evropo	Različni pogledi znotraj EU. Stališče Nemčije in Francije je v prid neodvisnih operaterjev prenosnega sistema, kakor je urejeno na Nizozemskem od julija 2005 dalje.
2008	Drugi strateški pregled energetike	Poudarek je na varnosti energetske prihodnosti.
2009	Tretji pravni energetske in plinski paket	Ustanovitev ACER (Evropska agencija za sodelovanje energetske regulatorjev) in ENTSO (Evropska mreža operaterjev prenosnega omrežja).

V Tabeli 4 so razvidni dosednji predpisi, ki urejajo notranji evropski trg za zemeljski plin. Za izgradnjo vseevropsko povezanega energetskega trga Komisija predlaga še nadaljnje ukrepe kot so pravočasno in natančno izvedbo zakonodaje notranjega trga, določitev načrta za razvoj evropske infrastrukture za obdobje od leta 2020 do leta 2030, izboljšanje postopkov izdajanja dovoljenj ter tržnih pravil za infrastrukturne projekte in zagotavljanje primerne okvirja za financiranje (European Commission, 2011, str. 14). Leta 2009 je bil ustanovljen ACER – Evropska agencija za sodelovanje energetskih regulatorjev, s sedežem v Ljubljani. Agencija podpira proces dokončanja notranjega energetskega trga na sledeč način (Agencija za sodelovanje energetskih regulatorjev, b.l., str. 6-7):

- z opredelitvijo načel in meril za razvoj omrežij in tržnih pravil za notranji energetski trg pospešuje nemoteno delovanje evropskega energetskega sektorja, s čimer spodbuja konkurenco in varnost oskrbe;
- podpira regionalne in medregionalne pobude, ki spodbujajo povezovanje trga in odstranjujejo ovire, ki omejujejo čezmejno trgovanje in prosti pretok energije, s čimer porabnikom energije omogočajo večjo izbiro;
- spremlja delo operaterjev prenosnih omrežij, zlasti njihove načrte razvoja omrežja;
- s spremljanjem delovanja trgov plina, zlasti trgovanja z energijo na veleprodajnem trgu, sodeluje pri varovanju celovitosti in preglednosti trga.

Decembra 2011 je Evropska komisija sprejela energetske smernice vse do leta 2050. Smernice so začetek daljših razprav in dialoga z državami članicami EU, institucijami EU in drugimi soudeleženci. Jedro razprave je kako zagotoviti, da bo evropski energetski sistem bolj vzdržljiv in manj ogljično intenziven – in tako v skladu z obljubo Evropske unije, da bo zmanjšala emisije toplogrednih plinov za 80 – 95% v primerjavi z letom 1990 do leta 2050 – ter istočasno zagotoviti varnost energetske preskrbe in konkurenčnost. Smernice bodo povečale dolgoročno predvidljivost nadzornega okvirja za energetiko in tako zmanjšale negotovost za investiranje.

Smernice vključujejo različne scenarije kako doseči dekarbonizacijo. Najbolj verjetni načini kako to doseči bodo vključevali kombinacijo obnovljivih virov energije, energetske učinkovitosti in primerne infrastrukture. Smernice dajejo poudarek na zemeljski plin, kot najbolj pomembno fosilno gorivo pri preoblikovanju energetskega sistema. Nadomestitev premoga in nafte s plinom bi v srednjem roku lahko zmanjšala emisije z že obstoječimi tehnologijami do leta 2030 oziroma 2035. V smernicah torej poudarjajo, da bo Evropa verjetno potrebovala več zemeljskega plina v tranziciji do energetskega sistema, ki bo v glavnem temeljil na obnovljivih virih energije. Tovrstni plin bo moral priti bodisi iz domače produkcije bodisi z uvozom – še bolj verjetno je, da s kombinacijo obeh (Paerson et al., 2012, str. 10).

1.4 Cenovni mehanizmi na trgu zemeljskega plina

Trge zemeljskega plina po vsem svetu lahko razdelimo tri skupine. V prvo skupino spadajo trgi, kjer je obilje kupcev in prodajalcev in se plin prodaja po tržno določeni ceni (primer sta ZDA in Združeno kraljestvo). Druga skupina je znana po tem, da ceno plina indeksira glede na ceno energenta, ki lahko plin nadomesti v uporabi (na primer nafta). Države celinske Evrope in nekatere države jugovzhodne Azije spadajo v to skupino trgov, kjer prodajalci zaradi zgodovinskih razlogov spodbujajo uporabnike, da menjajo goriva v uporabi. V zadnjo skupino spadajo regulirani trgi plina, kakršen je na Kitajskem, kjer je cena plina določena glede na strošek dobave ter določen pribitek (Lee, Lee, Yu & Zhang, 2013, str. 9).

Mednarodna plinska zveza je prepoznala osem različnih cenovnih mehanizmov prodaje zemeljskega plina na debelo (Corbeau et al., 2012, str. 41):

- **konkurenčne cene**, kjer so cene plina osnovane na ravnotežju ponudbe in povpraševanja. Tovrstni mehanizem prevladuje v Severni Ameriki, Združenem kraljestvu, nekaterih predelih celinske Evrope ter v nekaterih drugih državah;
- **indeksacija glede na nafto**, ki je pogosto zapuščina dolgoročnih uvoznih pogodb, ki vežejo ceno plina na ceno nafte. Indeksacijo se večinoma uporablja v Evropi in na Japonskem, v Koreji, Tajvanu, ter v nekaterih drugih predelih sveta;
- **dvostranski mehanizmi**, ki odražajo dvostranske sporazume med dvema državama, pogosto sprejete na ravni vodstva držav. Dvostranski mehanizem je uveljavljen večinoma v državah bivše Sovjetske zveze. Tovrstnih pogodb je vedno manj v prid pogodb, kjer je cena plina vezana na ceno nafte;
- **neto cena**, izračunana kot odbitek vseh stroškov od celotnega prihodka (cena zemeljskega plina je tako na primer osnovana glede na prodajno ceno amonijaka);
- **regulirana cena**, določena na podlagi stroškov storitve;
- **regulirana cena**, kjer je cena plina določena na osnovi ad hoc odločitve;
- **regulirana cena** pod ravnijo stroškov (tako imenovana subvencionirana cena zemeljskega plina);
- **brezplačen plin**, kjer je zemeljski plin brezplačna dobrina, kot na primer v Turkmenistanu.

Cene ponavadi vključujejo stroške črpanja, transporta, distribucije, skladiščenja, kot tudi maržo prodajalca na drobno ter davke. V nekaterih državah je cena zemeljskega plina enaka za gospodinjstva kot tudi za industrijo, kot je na Japonskem. Večinoma pa se končna cena plina razlikuje glede na tip uporabnika (Lee et al., 2013, str. 9).

V letu 2010 sta bila cenovna mehanizma konkurenčnih cen ter indeksacija glede na nafto prevladujoča med uporabljenimi mehanizmi na svetu (prvi z 39% in drugi s 23% deleža trga), medtem ko so vsi trije tipi regulirane cene skupaj predstavljali 33%. Cenovni mehanizem konkurenčnih cen plina je vse bolj uporabljen (leta 2005 30%, leta 2010 39%), medtem ko ostaja indeksacija glede na nafto med leti 2005 in 2010 relativno gledano enako navzoča

(22% oziroma 24%). Pri domači proizvodnji plina je mehanizem konkurenčnih cen najbolj uporabljen mehanizem (42%), kjer je indeksacija glede na nafto uporabljena zgolj v 6%. Drugačno stanje je pri uvozu plina, kjer ima glavni delež (59%) indeksacija glede na nafto, konkurenčne cene plina 29%, preostanek predstavljajo dvostranski dogovori v državah bivše Sovjetske zveze. Pri uvozu utekočinjenega zemeljskega plina prevladuje indeksacija glede na nafto (70%), razliko (39%) predstavlja mehanizem konkurenčnih cen.

Evropa ima trenutno hibridni sistem cenovnih mehanizmov konkurenčnih cen in indeksacije glede na nafto, pri čemer je delež zadnje vse manjši v prid mehanizma konkurenčnih cen - delež slednjega se je povečal iz 15% v 2005 na 37% v 2010 kot posledica razvoja večih trgov za takojšnje trgovanje v celinski Evropi (Corbeau et al., 2012, str. 41-42). Najbolj razvite in zato pomembne plinske trgovalne platforme v Evropi se nahajajo v severozahodni Evropi. Južna Evropa ima za razliko veliko slabše razvite trgovalne platforme za zemeljski plin. Italijanska borza za zemeljski plin je na primer še povsem v povojih, saj zgolj 10% vsega italijanskega uvoza plina prihaja iz naslova promptnih pogodb. V srednji in vzhodni Evropi zaenkrat ni nobene aktivne trgovalne platforme, zato so cene zemeljskega plina v celoti indeksirane glede na nafto (European Commission, 2013, str. 15).

V Severni Ameriki in Evropi je uspešno zaživel proces liberalizacije trga zemeljskega plina. Cilj sprostitve trga je namreč, da trg določi primerno ceno zemeljskega plina, pri čemer je zagotovljena zanesljiva dobava plina. ZDA so liberalizirale trg že v 70. letih 20. stoletja, sledilo ji je Združeno kraljestvo v obdobju od 80. do 90. let prejšnjega stoletja. V preostalih evropskih državah se je liberalizacija plinskega trga pričela pozno v 90. letih 20. stoletja in nadaljevala v 3. tisočletju. V Evropi se je trg zemeljskega plina odpiral tako, da se je liberaliziralo (dereguliralo) konkurenčne aktivnosti, povezane z zemeljskim plinom (proizvodnja, trgovanje, prodaja oziroma dobava), medtem ko se je reguliralo naravnomonopolne dejavnosti, kot sta prenos in distribucija zemeljskega plina (z omogočanjem nediskriminatornega in transparentnega dostopa tretje strani do plinskega omrežja).

Precej pogosto mišljenje je, da liberalizacija trga zemeljskega plina pomeni nižjo ceno plina za končnega uporabnika. To ni nujna oziroma samodejna posledica, saj je odvisna od razvoja tržne cene, ki se lahko pravzaprav poviša kot signal za pomanjkanje plina na trgu in potrebo za več investicij v raziskovanje novih nahajališč in proizvodnje ali kot pokazatelj, da so določeni viri dražji za razvoj proizvodnje. Namen liberalizacije trga zemeljskega plina ni znižati cene plina kot take, temveč da cene bolj odražajo stroške povezane z dobavo plina ter da predstavljajo maksimalno velik pritisk na konkurenco pri distribuciji in prodaji plina (Corbeau et al., 2012, str. 42-43).

Regulirani trgi plina so pogosto uporabljen mehanizem v preostalih regijah sveta. V teh regijah so plinski trgi relativno nezreli in večinoma pod nadzorom države. Cene zemeljskega plina so pogosto določene na državni ravni na podlagi uredb, kjer se celotno ponudbo plina

zbere v eno samo skupino. Država upravlja z razlikami v cenah na ponudni strani, lahko se tudi odloči, da se plin prodaja po cenah, ki so nižje od povprečne cene znotraj skupine zaradi političnih razlogov. Pri tovrstni ureditvi ni transparentnosti cen, prostih trgov in spodbud, da bi zasebni sektor investiral v ponudbo ali v infrastrukturo zemeljskega plina, razen če pridobijo posebna dovoljenja s strani vlade. Če so določene cene plina umetno nizke, kot je to na primer na srednjem Vzhodu, prihaja pogosto do neučinkovite porabe energentov (Lee et al., 2013, str. 9).

Trendi na trgu zemeljskega plina gredo v smer povečanega povpraševanja po plinu zaradi vse večje uporabe plina kot gorivo v transportnem sektorju, pri čemer bo potrebno zagotoviti ustrezno število polnilnih postaj in vozil s pogonom na zemeljski plin. Zaradi vedno večjih razlik med regijskimi tržnimi cenami plina prihaja do vedno večjega pritiska za odpravo indeksacije cen zemeljskega plina glede na ceno nafte. Razlika med Henry Hub ceno plina v ZDA in uvozno ceno na Japonskem je v 2012 dosegla namreč rekordno cenovno razliko v višini 16 ameriških dolarjev na milijon britanskih termalnih enot. Zaradi bremena, ki ga uvozne cene plina predstavljajo za gospodarstvo držav uvoznic, je indeksacija cen plina glede na nafto vse bolj pod vprašajem v Aziji in Evropi. Vendar ker je večina utekočinjenega zemeljskega plina, ki bo dobavljen v letu 2015, vezanega na ceno nafte, bo posledično indeksacija cene plina glede na nafto verjetno še naprej prevladovala kot cenovni mehanizem. V prihodnosti se bo slednje težko obdržalo zaradi projektov utekočinjenega plina v ZDA, katerih dolgoročne pogodbe so vezane na Henry Hub promptne cene in zaradi vse večjega interesa med azijskimi državami za razvoj azijskega tržišča za zemeljski plin (IEA, 2013, str. 13-15).

Trenutno tako še ne obstaja globalno integriran trg za zemeljski plin, saj prevladujejo različni cenovni mehanizmi v različnih regijskih trgih. Vseeno se plinski trg spreminja s širjenjem plinske infrastrukture, spodbujanjem prostega trga in z večjo konkurenčnostjo nekonvencionalnih virov plina, tako da je premik k bolj konkurenčnim trgom zemeljskega plina vse bolj verjeten (EIA, 2013b, str. 45).

1.5 Dejavniki, ki vplivajo na ceno zemeljskega plina

Cene zemeljskega plina so funkcija ponudbe in povpraševanja na trgu. Ker sta tako ponudba kot povpraševanje na kratek rok omejena, se lahko celo majhne spremembe v ponudbi ali povpraševanju na kratek rok odrazijo v velikih cenovnih spremembah, da se ponudba in povpraševanje lahko ponovno uravnotežita.

Administracija ZDA za energetske informacije (Factors affecting natural gas prices, 2014) našteva sledeče dejavnike na strani ponudbe, ki lahko vplivajo na ceno plina:

- razlike v količini proizvedenega in porabljenega zemeljskega plina v posamezni državi;
- količina plina, ki se ga uvaža ali izvaža;
- količina plina v skladiščih.

Povečana ponudba plina znižuje ceno, zmanjšana ponudba dviguje ceno zemeljskega plina. Orkani in druge vremenske neprilike lahko pomembno vplivajo na ponudbo plina. Med poletjem leta 2005 so orkani v Mehiškem zalivu zaustavili približno 4% celotne ameriške proizvodnje plina (v obdobju med avgustom 2005 in junijem 2006).

Uskladiščen zemeljski plin igra pomembno vlogo pri zagotavljanju dodatne ponudbe, ko se povpraševanje po plinu nepričakovano poveča. Raven uskladiščenega plina se ponavadi poveča v obdobju med aprilom in oktobrom, ko je povpraševanje po zemeljskem plinu nizko in zniža v času ogrevalne sezone med novembrom in marcem, ko je povpraševanje po plinu visoko zaradi ogrevanja. Uskladiščen zemeljski plin tako predstavlja takojšen vir energenta, ki je na voljo trgu, da nevtralizira nenadne viške v povpraševanju po plinu ali prekinitev dobav, ki povzročajo presežek povpraševanja nad ponudbo in vodijo k višjim cenam plina.

Dejavniki, ki lahko na strani povpraševanja vplivajo na ceno, so (Factors affecting natural gas prices, 2014):

- raven gospodarske rasti;
- spremembe v zimskem in poletnem vremenu;
- cene nafte in ostalih substitutov.

Višje povpraševanje zvišuje cene, medtem ko zmanjšano povpraševanje znižuje cene zemeljskega plina. Nadpovprečno mrzle zime in vroča poletja pomembno vplivajo na povpraševanje po plinu. V času hladnih mesecev se pritisk na zvišanje cene plina zaostre, ko pride do nepričakovanih ali drastičnih vremenskih pojavov, saj se ponudba pogosto ne zmore odzvati dovolj hitro na kratkoročna povečanja v povpraševanju. Vremenski vplivi poslabšajo stanje, če transportni sistemi zemeljskega plina delujejo na polnih zmogljivostih. Zemeljski plin, ki se ga je uskladiščilo v obdobjih manjšega povpraševanja lahko ublaži vpliv visokega povpraševanja v neugodnem vremenu. V poletnem obdobju se zemeljski plin v 30% uporablja kot vir elektrike na ameriškem trgu. Nadpovprečno topla poletja povečajo povpraševanje po hlajenju prostorov s klimatskimi napravami, kar povečuje povpraševanje po plinu in lahko vodi do povišanih cen plina.

Gospodarska moč in aktivnost držav prav tako pomembno vpliva na trg plina. V času gospodarske rasti povečano povpraševanje po dobrinah in storitvah v gospodinjstvem in industrijskem sektorju ustvarja povečano povpraševanje po zemeljskem plinu. To še posebej velja za industrijski sektor, ki uporablja zemeljski plin kot gorivo v tovarnah, kot tudi surovino za gnojila in farmacevtske izdelke. Pojemajoča oziroma šibka gospodarska rast ima ponavadi nasproten vpliv na ceno plina.

Na ceno zemeljskega plina vplivajo tudi substituti, kot so nafta in drugi energenti. Večji porabniki zemeljskega plina, kot so industrijski uporabniki, proizvajalci elektrike in lastniki velikih objektov lahko izbirajo med energenti kot so plin, premog in nafta, odvisno od cene posameznega energenta. Zaradi prepletenosti razmerij med energetske trgi se kakršnakoli

sprememba povpraševanja na račun plina v prid premoga ali nafte kot posledica znižanja cen premoga oziroma nafte odrazi v zmanjšanju povpraševanja po zemeljskem plinu, kar pritiska na znižanje cene plina (Factors affecting natural gas prices, 2014).

1.6 Izkoriščanje zemeljskega plina iz nekonvencionalnih virov

Poznamo konvencionalen ter nekonvencionalen zemeljski plin. V obeh primerih gre za enak energent, razlika je v prepustnosti ter v manjši meri tudi poroznosti kamnine oziroma načinu pridobivanja. Konvencionalen plin se večinoma nahaja v zalogah z večjo prepustnostjo kamnine za tekočine in se lahko črpa s tradicionalnimi metodami. Velika večina zemeljskega plina, ki se ga proizvede na svetu, je konvencionalen zemeljski plin, katerega se relativno enostavno in poceni črpa. Nekonvencionalen plin pa se nahaja v kamninah, ki so relativno neprepustne za tekočine in se ga zato ne da črpati na običajen način. Obstaja več nekonvencionalnih zalog zemeljskega plina, ki se jih dandanes proizvaja. Tri najbolj običajne vrste nekonvencionalnega zemeljskega plina so plin iz tesnih peščenih slojev, plin iz premogovnih slojev ter plin iz skrilavca.

Plin iz tesnih peščenih slojev se proizvaja iz zalog kamnin, ki imajo zelo nizko poroznost in prepustnost za tekočine. Zaloge se ponavadi nahajajo v peščenjaku, včasih tudi v karbonatnih kamninah. Zemeljski plin iz premogovnih slojev je vezan v porozni strukturi premoga, ki običajno ne uhaja v ozračje brez rudarskih aktivnosti. Plin iz skrilavca pa se nahaja v porah kamnine skrilavca ali kot tanek sloj med kamnino in povezanimi organskimi materiali. Šele nedavno so bile razvite posebne tehnologije in postopki, ki so industriji omogočili ekonomično proizvodnjo zemeljskega plina iz nekonvencionalnih virov (Pearson, Zaniwski & Gracceva, 2012, str. 56-57).

1.7 Zaloge nekonvencionalnega zemeljskega plina po svetu

Kljub precejšnjemu trudu, še posebej v ZDA, da bi natančno opredelili in kartirali zaloge nekonvencionalnega zemeljskega plina, so le-te še vedno slabo ocenjene. Ko se ocenjuje zaloge konvencionalnega zemeljskega plina, se ponavadi izračunava prostornino ter merjenje in vzorčenje sprememb v pritisku znotraj zalog plina. Tovrstno metodo je težje uporabiti pri ocenjevanju zalog nekonvencionalnega plina, saj vrednotenje oteži raznovrstnost kamninskih formacij, slaba prepustnost kamnin za tekočine ter negotovost glede prostornine zalog, ki se jih lahko poveže s proizvodnim jaškom. Kljub vsem tem omejitvam vlada splošno prepričanje, da obstaja obilje zalog nekonvencionalnih virov zemeljskega plina na svetu. Koliko plina iz teh zalog je moč izčrpati, je negotovo. Območja, ki imajo le še malo preostalih zalog konvencionalnega plina in ki so odvisna od uvoza – kot na primer Evropa in nekateri predeli azijsko-pacifiške regije – bodo najverjetneje sledila Severni Ameriki v ocenjevanju in izkoriščanju omenjenih naravnih virov (IEA, 2009, str. 396).

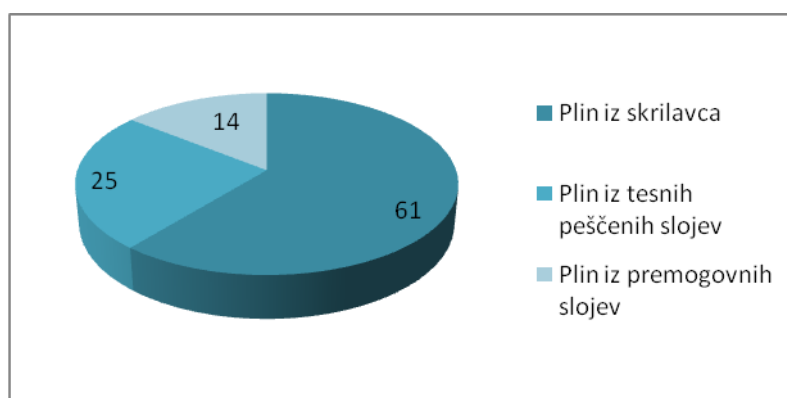
Tabela 5: Preostala zaloga tehnično pridobljivega zemeljskega plina v bilijonih kubičnih metrov (dokazane in neodkrite zaloge) glede na tip in regijo konec leta 2011

Regija	Konvencionalen zemeljski plin	Plin iz tesnih peščenih slojev	Plin iz skrilavca	Plin iz premogovnih slojev	Skupaj nekonvencionalni plini	Skupaj
Vzhodna Evropa	144	11	12	20	44	187
Srednji vzhod	125	9	4	-	12	137
Azija - Pacifik	43	21	57	16	94	137
OECD Amerika	47	11	47	9	67	114
Afrika	49	10	30	0	40	88
Latinska Amerika	32	15	33	-	48	80
OECD Evropa	24	4	16	2	22	46
Celoten svet	462	81	200	47	328	790

Vir: IEA, World energy outlook, 2012, str.134.

Iz Tabele 5 je razvidno, da se največ zalog konvencionalnega zemeljskega plina nahaja v Vzhodni Evropi in na Srednjem vzhodu. Zalog nekonvencionalnega plina ni dosti manj od zalog konvencionalnega plina, kar pojasnjuje vedno večje osredotočenje na izkoriščanje prvih ob kombinaciji večih ugodnih dejavnikov za njihovo pridobivanje. Izmed vseh zalog nekonvencionalnih plinov predstavlja zemeljski plin iz skrilavca največji del zalog – kar 61%, kot je razvidno iz Slike 4.

Slika 4: Struktura preostale zaloge tehnično pridobljivega nekonvencionalnega zemeljskega plina (dokazane in neodkrite zaloge) glede na tip konec leta 2011 (v %)

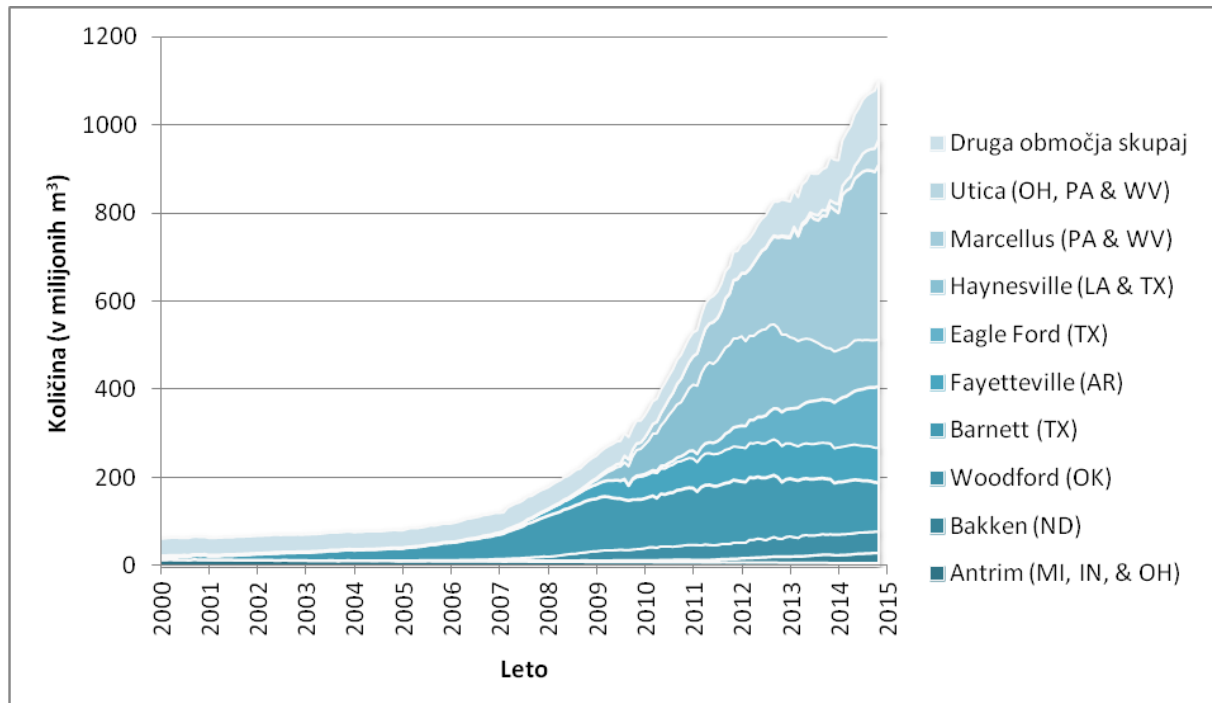


Vir: IEA, World energy outlook, 2012, str.134.

Izmed vseh nekonvencionalnih virov je izkoriščanje zemeljskega plina iz skrilavca verjetno najbolj zanimivo, saj se je njegova proizvodnja v ZDA povečala za izjemen faktor v obdobju zadnjega desetletja (glej Sliko 5) in v letu 2010 predstavlja približno 20% celotne proizvodnje zemeljskega plina v ZDA, medtem ko je bil ta delež manjši od 1% leta 2000. Pri tem se napoveduje, da bo imel zemeljski plin iz skrilavca največji delež v celotni proizvodnji

zemeljskega plina iz nekonvencionalnih plinov v ZDA, in sicer 46% do leta 2035 (Stevens, 2012, str. 2).

Slika 5: Graf mesečne proizvodnje zemeljskega plina iz skrilavca po posameznih nahajališčih plina v ZDA v milijonih kubičnih metrov v obdobju od leta 2000 do 2014



Vir: Natural gas weekly update, 2014.

ZDA in Kanada sta edini pomembni proizvajalki ekonomsko pridobljivega zemeljskega plina iz skrilavca na svetu, medtem ko je okoli 12 drugih držav po svetu šele izvedlo teste v raziskovalnih vrtinah. Proizvodnja zemeljskega plina iz skrilavca v ZDA je leta 2012 predstavljala kar 39% celotne nacionalne proizvodnje zemeljskega plina, v Kanadi 15% ter na Kitajskem manj kot 1% celotne proizvodnje plina v državi (Fawzi, 2013).

1.8 Razvoj proizvodnje nekonvencionalnega zemeljskega plina

Kljub temu, da že dolgo časa prevladuje prepričanje, da je zalog nekonvencionalnih virov zemeljskega plina pomembno veliko, se le-te do nedavnega niso črpale, saj bi bila proizvodnja predraga oziroma preveč težavna. Zato so se do 90. let 20. stoletja praktično vse ocene svetovnih zalog nafte in plina osredotočale na konvencionalne vire zalog. Nedolgo nazaj pa sta dva dejavnika premaknila središče pozornosti na nekonvencionalne vire.

Prvi dejavnik je bila vse večja skrb, da bo naraščajoče svetovno povpraševanje po energiji presežlo ponudbo. Negotovost glede dostopa do zalog fosilnih goriv vztraja, poleg tega sta naraščanje svetovnega prebivalstva in naraščajoči standard življenja v razvitem svetu pripomogla k precejšnemu povečanju povpraševanja po energiji. Vse to je prispevalo k pomembnemu povišanju tržnih cen nafte in zemeljskega plina v zadnjem desetletju.

Drugi dejavnik je bilo dramatično povečanje proizvodnje zemeljskega plina iz nekonvencionalnih virov v Severni Ameriki. Proizvodnja nekonvencionalnega plina v ZDA se je močno povečala in več kot kompenzirala stalen upad proizvodnje konvencionalnega plina. V ozadju te spremembe je bilo ostro svetovno tekmovanje za zaloge energije. Nekonvencionalni plin je predstavljal približno 60% celotne proizvodnje zemeljskega plina v ZDA leta 2010 – pri tem je zemeljski plin iz skrilavca predstavljal 23% celotne proizvodnje plina. To je povzročilo, da se je trg zemeljskega plina v ZDA iz tesnega v letih 2006 in 2007 preoblikoval v trg po meri kupcev z močno zmanjšanimi cenami zemeljskega plina, za katere se predvideva, da bodo ostale nizke še v prihodnjih letih (Pearson et al., 2012, str. 2).

Medtem ko črpanje zemeljskega plina iz skrilavca v Severni Ameriki že poteka v polnem obsegu (dandanes predstavlja približno 40% celotne proizvodnje zemeljskega plina v ZDA), se mora proizvodnja le-tega še razviti v preostalih regijah sveta. Hitrost in obseg proizvodnje izven ZDA se bo med različnimi regijami razlikoval. Tehnologija za črpanje je bila v Severni Ameriki razvita do zrelosti, za začetek proizvodnje v drugih regijah pa je potreben le še potencial zalog ter prisotnost izkušenih proizvajalcev zemeljskega plina iz skrilavca.

V vseh regijah po svetu izven Severne Amerike in Avstralije so proizvajalci v fazi pridobivanja velikih območij zemljišč, se potegujejo s ponodbami ter tudi že pričenjajo s testiranjem oziroma izkoriščanjem. V Evropi – predvsem na Poljskem in Združenem kraljestvu - obstaja močan interes za pridobivanje plina iz skrilavca, da bi zmanjšali uvozno odvisnost, vendar sam razvoj proizvodnje ovira javna skrb glede potencialno uničevalnih vplivov proizvodnje na okolje ter gostota prebivalstva.

V Avstraliji je izkoriščanje zemeljskega plina iz skrilavca še na začetni stopnji in se tudi ne pričakuje, da bi se kmalu pričelo, saj bi bilo pridobivanje plina iz premogovnih slojev bolj stroškovno učinkovito in bi bila cena zemeljskega plina iz skrilavca na domačem trgu tako nekonkurenčna. V Avstraliji je torej pridobivanje plina iz premogovnih slojev zaenkrat bolj privlačno kot pridobivanje plina iz skrilavca.

Kitajska, Indija in Indonezija so proizvedle manjše količine plina iz nekonvencionalnih virov in so močno angažirane, da bi še povečale proizvedene količine, predvsem Kitajska, ki ima zelo ambiciozne cilje za črpanje plina iz skrilavca – med 60 in 100 milijard kubičnih metrov do leta 2020 (IEA, 2010, str. 187-188; IEA, 2014a).

2 ZEMELJSKI PLIN IZ SKRILAVCA

2.1 Zgodovina pridobivanja zemeljskega plina iz skrilavca

Zemeljski plin iz formacij skrilavca se je neprekinjeno proizvajal v majhnih količinah vse od pričetka izkoriščanja zemeljskega plina. Prva vrtina zemeljskega plina v ZDA je bila dokončana leta 1821 blizu mesta Fredonia, v zvezi državi New York. Zemeljski plin pridobljen iz prve vrtine so prebivalci mesta uporabljali za razsvetljavo. Začetne dobave

zemeljskega plina so bile proizvedene v plitvih vrtinah, katerih ni bilo težko zvrtni, ter z zajemanjem zemeljskega plina, ki je pronical iz tal (Ground Water Protection Council, 2009, str. 13).

Druge vrtnice zemeljskega plina iz skrilavca so kmalu sledile in postajale vedno večje v obsegu, sosledno z napredkom v tehnologiji, ki je omogočil proizvajalcem večjo dostopnost do energenta ter zmožnost dobičkonosnega pridobivanja plina. Postopek vodoravnega vrtnanja so razvili v 30. letih 20. stoletja, leta 1947 pa so prvič uporabili tehnologijo hidravličnega lomljenja v vrtini. V 80. letih 20. stoletja se je razvoj vrtin zemeljskega plina iz skrilavca močno razširil, sama proizvodnja pa je postala okoli leta 2000 v Teksasu tako ekonomsko uspešna, da je pritegnila pozornost celotne industrije. V nadaljnjih dveh desetletjih je znanost pridobivanja plina iz skrilavca dozorela v prefinjen postopek, ki vključuje vodoravno vrtnanje in tehnologijo hidravličnega lomljenja, ki poteka v zaporednih, večetafnih fazah (Ground Water Protection Council, 2009, str. 13; Stevens, 2012, str. 2).

Glavni dejavniki po mnenju Ground Water Protection Council (2009, str. 9), ki so v zadnjih letih prispevali k ekonomski upravičenosti proizvodnje zemeljskega plina iz skrilavca, so;

- napredek tehnologije za vodoravno vrtnanje;
- izboljšanje postopka hidravličnega lomljenja;
- naglo povišanje cen zemeljskega plina v začetku tretjega tisočletja.

V poznih 90. letih 20. stoletja je bilo v ZDA le 40 vrtalnih ploščad, ki so bile sposobne vodoravnega vrtnanja na kopnem, kar je predstavljalo 6% dejavnih ploščadi v ZDA. Do leta 2008 je število vrtalnih ploščadi v ZDA, ki so na kopnem zmožne vrtati vodoravno, naraslo na 519 ploščadi, kar je 28% vseh dejavnih ploščadi v ZDA v omenjenem letu (Ground Water Protection Council, 2009, str. 9).

Tehnologija za pridobivanje zemeljskega plina iz skrilavca se nenehno izpopolnjuje. Kombinacija tehnologij vodoravnega vrtnanja ter hidravličnega lomljenja zmanjša okoljski odtis, ki ga sicer pusti konvencionalno vrtnanje, in omogoča, da se zemeljski plin črpa na mestih, kjer s prejšnjimi tehnologijami to ni bilo možno. Več o samem postopku pridobivanja zemeljskega plina iz skrilavca sledi v podpoglavju 2.3.

2.2 Zaloge zemeljskega plina iz skrilavca po svetu

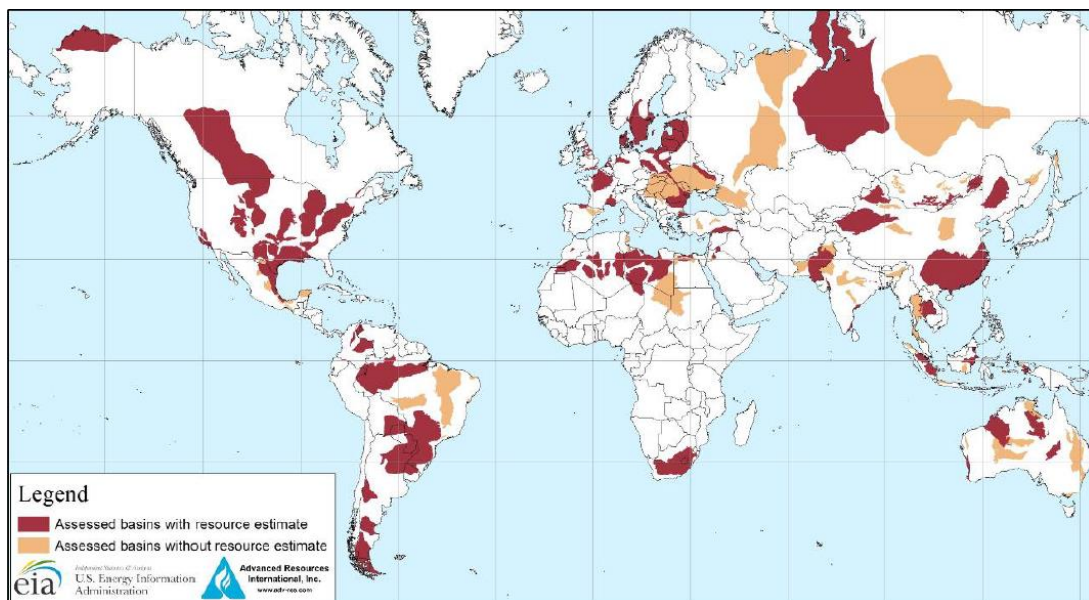
Ocene zalog plina iz skrilavca zunaj ZDA so precej negotove, ker so dosegljivi podatki redki. Natančnost ocen zalog se spreminja z napredovanjem razvoja proizvodnje zunaj Severne Amerike, pri čemer bo na voljo vedno več podatkov za izvedbo študij ter podajanje zanesljivih ocen. Še v ZDA, kjer je proizvodnja zemeljskega plina iz skrilavca obsežna že dobro desetletje, prihaja do negotovosti glede celotne velikosti zalog. V nekaterih študijah se spreminja ocenjena velikost zalog omenjenega energenta navzgor, v drugih študijah navzdol (EIA, 2013b, str. 43).

Raziskav, ki bi podale dokaj zanesljive ocene o količini svetovnih zalog zemeljskega plina iz skrilavca, je zaradi pomanjkljivih podatkov malo. Ena izmed redkih in najnovejših študij, ki obstajajo, je ocenila 137 najbolj obetajočih formacij skrilavca v 41 državah zunaj ZDA, ki predstavljajo relativno kratkoročen obet za pridobljivost plina in za katere je na voljo dovolj geoloških podatkov za oceno zalog. EIA (2013c, str. 15) je izključila določene formacije skrilavca iz analize, če je za njih veljal vsaj eden izmed sledečih pogojev:

- neznane geofizikalne lastnosti formacije skrilavca;
- povprečna celotna vsebina ogljika je manjša od dveh odstotkov;
- navpična globina je manjša od 1.000 metrov ali večja od 5.000 metrov;
- relativno velika neizkoriščenost virov zemeljskega plina.

Slika 6 prikazuje lokacijo regij in formacij, ki so bile analizirane v omenjeni študiji. Z rdečo obarvani deli zemljevida predstavljajo polja s formacijami skrilavca, za katere je bilo moč oceniti zaloge plina iz skrilavca. Formacije skrilavca, ki so obetavne za črpanje plina, predstavljajo samo del celotnega polja (označenega z rdečo barvo). Polja, označena z oranžno barvo, so bila pregledana, vendar ocene zalog plina iz skrilavca ni bilo možno podati, predvsem zaradi pomanjkanja podatkov, ki so potrebni za izvedbo ocene. Regije označene z belo barvo niso bile predmet ocene v tej študiji.

Slika 6: Svetovni zemljevid polj z zemeljskim plinom iz skrilavca (ocenjene ter neocenjene v poročilu) glede na maj 2013



Vir: EIA, Technically recoverable shale oil and shale gas resources: An assessment of 137 shale formations in 41 countries outside the United States, 2013c, str. 5.

V študiji so ocenili tehnično pridobljiv plin iz skrilavca, kar ni enako ekonomično pridobljivemu plinu. Prvi namreč predstavlja količino zemeljskega plina, ki se ga lahko proizvede s sedanjo tehnologijo, ne glede na cene plina na trgih ali na proizvodne stroške.

Ekonomično pridobljiv plin se lahko proizvede dobičkonosno glede na veljavne tržne pogoje, kar je odvisno od treh dejavnikov (EIA, 2013c, str. 10):

- strošek vrtanja in dokončanja vrtin;
- količina proizvedenega plina iz povprečne vrtine v celotnem življenjskem ciklu vrtine;
- prodajna cena proizvedenega plina.

Na podlagi izkušenj s pridobivanjem plina iz skrilavca v ZDA in drugih državah je razvidno, da je ekonomsko pridobljiv plin pomembno odvisen od ne-geoloških dejavnikov (nadzemeljski dejavniki) kot tudi geoloških dejavnikov (podzemni dejavniki). Ključni pozitivni dejavniki v ZDA in Kanadi, ki niso nujno prisotni v drugih državah, vključujejo po mnenju EIA (2013c, str. 11):

- zasebno lastništvo pravic do podzemnih virov, ki predstavljajo močan motiv za razvoj in postavitev vrtin;
- dosegljivost številnih neodvisnih izvajalcev in podpornih pogodbenikov s kritičnim znanjem in primernimi vrtalnimi ploščadmi;
- razpolaganje z obsežnimi vodnimi viri, katere se uporablja pri postopku hidravličnega lomljenja.

Plin iz skrilavca je revolucioniral ameriško proizvodnjo plina, v letu 2012 je predstavljal kar 40% celotne ameriške proizvodnje plina, medtem ko ga še dobro desetletje nazaj ni bilo moč črpati. Ta preobrat je bil možen zato, ker se je v ZDA dalo hitro proizvesti obsežne količine plina iz skrilavca z relativno nizkimi stroški. Ker pa se formacije skrilavca po svetu močno razlikujejo tako po geoloških kot po nadzemeljskih dejavnikih, še ni jasno, koliko tehnično pridobljivega plina iz skrilavca bo možno ekonomično proizvajati. Marsikje lahko le majhne razlike v stroških ali produktivnosti vrtine pomenijo razliko med virom, ki bo spremenil tržne razmere, in virom, ki je ekonomično nepomemben glede na trenutne tržne razmere.

Tabela 6: Ocenjene svetovne zaloge zemeljskega plina iz skrilavca po kontinentih

Kontinent	Tehnično izterljiv plin iz skrilavca v bilijonih kubičnih metrov	Delež svetovnih zalog (v %)
Južna Amerika	41	18
Azija	40	18
Afrika	39	17
ZDA	33	15
Severna Amerika (razen ZDA)	32	14
Evropa	25	11
Avstralija	12	6
Skupaj celoten svet	221	100

Vir: EIA, Technically recoverable shale oil and shale gas resources: An assessment of 137 shale formations in 41 countries outside the United States, 2013c, str. 26.

Rezultati študije so izpostavili Južno Ameriko, Azijo in Afriko kot regije z največjimi zalogami tehnično pridobljivega plina iz skrilavca, kot je razvidno iz Tabele 6. Pri razumevanju podatkov je potrebno zavedanje, da študija EIA (2013c, str. 17) ni upoštevala:

- formacij skrilavca, za katere ni bilo moč postaviti ocene zaradi pomanjkljivih ali neustreznih podpornih podatkov. Če bi upoštevali tudi te formacije skrilavca, bi se ocenjena količina zalog plina iz skrilavca verjetno povečala;
- držav izven okvirja raziskave, ki bi verjetno še povečale velikost zalog plina iz skrilavca, kot so Srednji vzhod in Kaspijska regija;
- formacije skrilavca, ki se nahajajo pod morjem, blizu obale, kot tudi formacije pod odprtim morjem.

Metodologija, s katero je EIA (2013c, str. 16) ocenila zaloge tehnično pridobljivega plina iz skrilavca, je bila sledeča:

- izvedba predhodne proučitve polj skrilavca ter izbor formacij skrilavca, za katere bo narejena ocena;
- določitev območja formacije skrilavca znotraj polja ter ocena njene debeline ter drugih parametrov;
- določitev območja, za katerega se smatra, da je najbolj primeren za razvoj proizvodnje, na podlagi meril kot so globina, kvaliteta kamnine ter mnenje strokovnjaka;
- ocena celotnega zemeljskega plina v formaciji kot kombinacija prostega plina in plina, ki se je nabral na površini drugega trdnega materiala (na primer kamnine). To še ni enako oceni tehnično pridobljivega plina;
- določitev in uporaba faktorja uspešnosti (verjetnost, da del formacije poseduje privlačne ravni pretoka zemeljskega plina), ki je sestavljen iz dveh delov. Prvi del je verjetnostni faktor uspešnosti formacije, ki upošteva izide trenutnih aktivnosti povezane s plinom iz skrilavca kot pokazatelj, koliko je znanega ali neznanega o formaciji skrilavca. Drugi del je faktor uspešnosti obetajočega območja, ki vzame v obzir skupino dejavnikov (kot na primer geološka zapletenost in pomanjkljiv dostop do območja), ki bi lahko omejili del obetajočega območja pred razvojem proizvodnje;
- ugotovitev faktorja pridobljivosti na podlagi geološke zapletenosti, velikosti razpok, pritiska formacije in vsebnosti gline, ki določa zmožnost formacije, da se v njej izvaja postopek hidravličnega lomljenja. Ocena zalog plina iz skrilavcev posredno vključuje tudi druge ogljikovodike, ki se v določenih formacijah nahajajo skupaj z zemeljskim plinom in so pri črpanju proizvedeni skupaj z njim. Tovrstni ogljikovodiki predstavljajo dodaten vir zaslužka za plinsko industrijo za razliko od suhega zemeljskega plina, pri katerem je proizveden izključno zemeljski plin, brez drugih spojin;
- izračun tehnično pridobljivega plina iz skrilavca, in sicer z množenjem celotnega zemeljskega plina v formaciji skrilavca s faktorjem pridobljivosti (slednji upošteva sposobnost današnje tehnologije, da proizvaja plin iz formacij s podobnimi geofizičnimi lastnostmi). Na podlagi izkušenj s proizvodnjo plina iz skrilavca v ZDA je faktor

pridobljivosti dosegal splošni razpon med 20 in 30 odstotki, pri čemer so bile vrednosti do 15 odstotkov (nizka pridobljivost) in do 35 odstotkov (visoka pridobljivost) uporabljeni le v izjemnih primerih. Tehnično pridobljiv plin tako predstavlja količino zemeljskega plina iz skrilavca, katerega se lahko proizvede z današnjo tehnologijo, ne glede na dejanske cene plina na trgu ter stroške proizvodnje.

Ker je večina vrtin zemeljskega plina v ZDA starih komaj nekaj let, obstaja še vedno pomembna negotovost glede pričakovanega življenjskega cikla ameriških vrtin kot tudi dokončna pridobljivost teh vrtin. Faktorji pridobljivosti, ki so bili uporabljeni v študiji so osnovani na ekstrapolaciji proizvodnje vrtin plina iz skrilavca čez 30 let.

Ker se skrilavčeve geofizikalne lastnosti pomembno razlikujejo po formaciji, se potencial zaloge plina v formaciji skrilavca ne more v celoti določiti, dokler ni izvedenih več podrobnih proizvodnih testov vrtin po različnih lokacijah znotraj ene formacije skrilavca. Uporabljena metoda ocene zalog plina iz skrilavca je dodobra izkoristila včasih redke podatke, ki so potrebni za izvedbo ene izmed prvih ocen svetovnih zalog plina iz skrilavca.

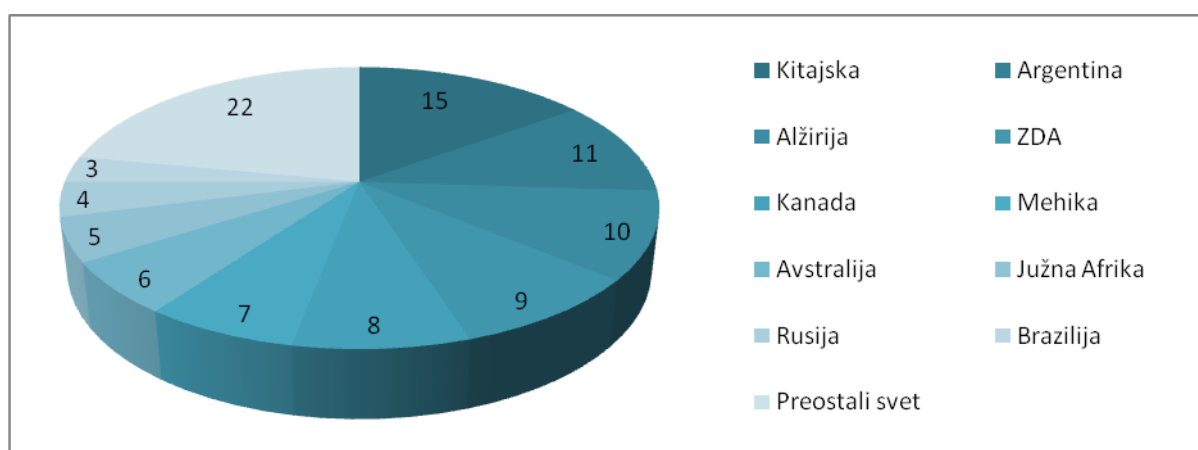
Države z največjimi zalogami plina iz skrilavca so po tej študiji Kitajska, kateri sledita Argentina in Alžirija (glej Tabelo 7 in Sliko 7). Peterico držav z največjimi zalogami zaključujeta ZDA in Kanada, ki sta tudi edini državi na svetu, ki sta do sedaj dosegli pomemben obseg proizvodnje plina iz skrilavca.

Tabela 7: Države z največjimi zalogami plina iz skrilavca v bilijonih kubičnih metrov

Država	Tehnično izterljiv plin iz skrilavca	Delež svetovnih zalog (v %)
Kitajska	32	15
Argentina	23	11
Alžirija	20	10
ZDA	19	9
Kanada	16	8
Mehika	15	7
Avstralija	12	6
Južna Afrika	11	5
Rusija	8	4
Brazilija	7	3
Celoten svet	207	100

Vir: EIA, Technically recoverable shale oil and shale gas resources: An assessment of 137 shale formations in 41 countries outside the United States, 2013c, str. 10.

Slika 7: Struktura zalog plina iz skrilavca po državah (v %)



Vir: EIA, *Technically recoverable shale oil and shale gas resources: An assessment of 137 shale formations in 41 countries outside the United States, 2013c, str. 10.*

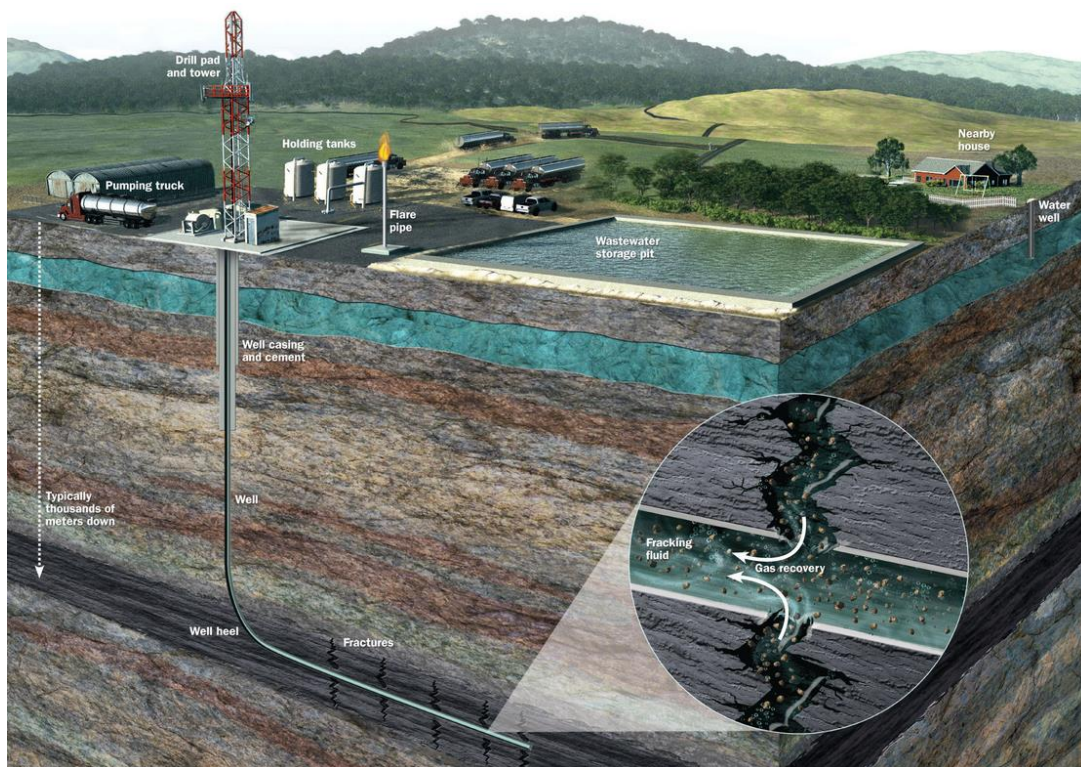
Omenjena študija obravnava formacije skrilavca zunaj ZDA kot homogene znotraj celotne formacije. Če bi se izkušnja produktivnosti vrtin plina iz skrilavca ponovile drugod po svetu, bi pričakovali, da bodo formacije skrilavca v drugih državah pokazale precejšnjo raznolikost (nehomogenost), pri čemer geofizične lastnosti močno variirajo v kratkih razdaljah kot je 300 metrov ali manj (EIA, 2013c, str. 2-17).

2.3 Postopek pridobivanja zemeljskega plina iz skrilavca

Zemeljski plin se nahaja v plasteh skrilavca, ki so lahko nahajajo tudi do 3,5 kilometra globoko pod površjem Zemlje. Prikaz postopka pridobivanja zemeljskega plina iz skrilavca je povzet po Dobbu (2013, str. 45) in How we operate (2014) ter grafično prikazan v Sliki 8. Najprej se navpično navzdol izvrti vrtina, ki se jo ojača z jeklenim in cementnim ohišjem, tako da se zagotovi stabilnost vrtine in da njena notranjost ni v stiku s podzemno vodo, ki jo vrtina prečka navzdol. Vrtino se na globini, kjer se nahaja podzemna voda, obda z več ohišji jekla in cementom, da je neprepustna in tako ne vpliva na kakovost pitne vode.

Ko je vrtina na ciljni globini, torej ko doseže plast skrilavca, pod topim kotom spremeni smer vrtanja v vodoravno po dolžini plasti skrilavca – približno 1,5 kilometra daleč. Zaradi tolikšne dolžine vrtine ima proizvajalec dostop do večje količine zemeljskega plina, s čimer se poskuša zmanjšati zemeljski odtis, saj je zaradi tega potrebnih manj vrtin. Ko se vodoravno vrtanje konča, se vrtino ponovno ojača z jeklom in cementom. Nato se z električno pištolo ustvari manjše luknje v oklepu po vodoravni dolžini vrtine. Da se zemeljski plin sprosti iz kamnine, se uporabi postopek hidravličnega lomljenja, ki se ga poslužuje že več kot 60 let.

Slika 8: Postopek vodoravnega vrtanja in hidravličnega lomljenja



Vir: T. Crawford, *Hydraulic fracturing: What is hydraulic fracturing?*, 2013.

Tekočino, ki jo sestavljajo voda (80,5%), polnilo (19% - zmes, ki je mešanica naravnega kremenovega peska in keramičnih drobcov, zapolni razpoke v kamnini, da se ne stisnejo, kar olajša odtekanje plina) in razni dodatki (gre za kemikalije, mnoge od njih so strupene, ki se jih uporablja za zaviranje rasti bakterij, zmanjševanja trenja in povečevanje viskoznosti ter predstavljajo manj kot odstotek celotne tekočine), se pod visokim pritiskom prečrpa do konca vrtine, skozi luknje v oklepu, vse do formacij skrilavca, ki obkrožajo vrtino. Omenjena tekočina naredi majhne razpoke v plasteh skrilavca. Vodo se odstrani, pesek pa ostane v razpokah, da ostanejo odprte, kar omogoči, da zemeljski plin preide iz skrilavcev v vrtino.

Hidravlično lomljenje se začne pri koncu vodoravnega dela vrtine in se ponavlja na vsake toliko metrov vrtine nazaj proti začetku vodoravnega dela vrtine. Med posameznimi zlomi so zamaški, ki zadržujejo zemeljski plin, dokler se ne opravi hidravličnega lomljenja na celotni vodoravni dolžini vrtine. Ko so vsi načrtovani zlomi opravljeni, se odstrani zamaške in zemeljski plin prične prehajati na površje. Celoten postopek vrtanja traja od 2 do 3 mesece, postopek hidravličnega lomljenja pa le nekaj dni.

Razpoke so omejene na bližino vrtine, do podzemne vode pa jih običajno loči od 2 do 4 kilometrov za tekočino neprepustnih kamnin. Ko se zemeljski plin iz skrilavca načrpa, se tekočino, ki je bila uporabljena v postopku hidravličnega lomljenja, prečrpa v posebne zbiralnike. Tovrstno odpadno tekočino se bodisi obdela in ponovno uporabi za hidravlično lomljenje bodisi se jo vbrizga v posebne vodnjake za odpadno tekočino ali znebi v za to

postavljenih obratih. Ko se zaključi z neposrednim delom na posamezni vrtini, se odstrani vrtalno opremo in zasuje vodnjake za odpadno tekočino. Na lokaciji pridobivanja zemeljskega plina tako ostane le še oprema, potrebna za varno pridobivanje plina. Ocenjuje se, da ima povprečna vrtina življenjsko dobo 30 let ali več (How we operate, 2014; Energy from shale, b.l.; Dobb, 2013, str. 45).

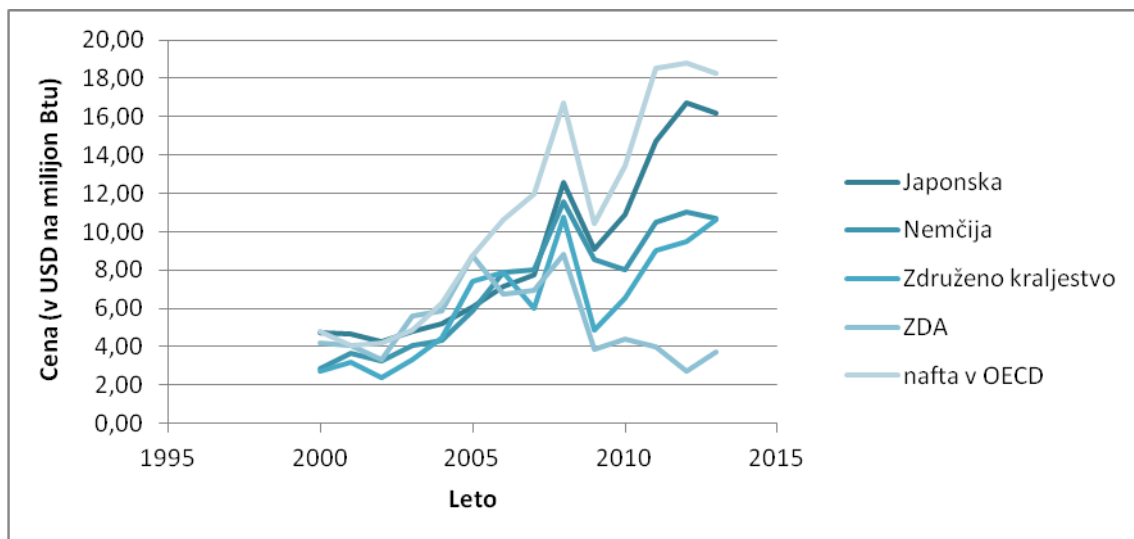
Prevladujoč del uporabljene, odpadne tekočine (80%) se odloži kot odpadek. Večinoma se odpadno tekočino prečrpa v injekcijske vrtime, ki so vsaj 760 metrov pod ravnijo podtalnice. Preostanek tekočine (20%) se reciklira. V času delovanja vrtine se povprečno porabi 7,5 milijona litrov vode, 1,8 milijona kilogramov polnila ter več kot 350 sodov kemikalij.

2.4 Posledice črpanja plina iz skrilavca v ZDA

2.4.1 Posledice črpanja plina iz skrilavca na cene

Severna Amerika je regija, v kateri se je industrija nekonvencionalnega zemeljskega plina razvila najhitreje in je zato nepresenetljivo regija, kjer je bil vpliv na trge in cene do sedaj največji. Cene zemeljskega plina so zgodovinsko nizke, če jih primerjamo relativno glede na druge energente, kot je na primer nafta. Bolj presenetljivo je dejstvo, da je vpliv omenjenega razvoja v Severni Ameriki imel korenit mednarodni vpliv, kljub temu, da so trgi zemeljskega plina v Severni Ameriki relativno izolirani od drugih pomembnih regij, ki trošijo zemeljski plin (IEA, 2012a, str. 74).

Slika 9: Graf gibanja cen zemeljskega plina v izbranih državah ter cene nafte v državah OECD od leta 2000 do 2013 v ameriških dolarjih na milijon britanskih termalnih enot



Vir: Statistical review of world energy 2014. Historical data, 2014.

Iz Slike 9 je razvidno, da so bile cene plina in nafte na petih svetovnih trgih še leta 2000 relativno podobne. Na koncu opazovanega obdobja (leta 2013) pa je surova nafta v državah OECD dražji energent kot zemeljski plin; tako utekočinjen zemeljski plin na Japonskem in v

Nemčiji, kot zemeljski plin v Združenem kraljestvu in ZDA. Združene države se ponašajo z najcenejšim zemeljskim plinom, pri čemer je cena plina od leta 2008 dalje močno upadla. Na grafu so prikazane povprečne cene energentov (strošek nakupa z zavarovanjem in transportom) na Japonskem, v Nemčiji in državah OECD. Za Združeno kraljestvo je uporabljen Heren NBP indeks, medtem ko je za ZDA vzeta cena Henry Hub (Statistical review of world energy 2014).

V zadnjem desetletju je torej pomemben razvoj v izkoriščanju zemeljskega plina iz skrilavca povzročil preobrat na trgih zemeljskega plina. V obdobju od sredine 60. let 20. stoletja do sredine prvega desetletja 3. tisočletja so se dokazane zaloge plina v ZDA zmanjšale za eno tretjino. V 90. letih 20. stoletja je zvezna vlada začela spodbujati uporabo zemeljskega plina kot čistejšega goriva. Zaradi omejene zaloge in povečanega povpraševanja, vzrok katerega je bila povečana uporaba električnih naprav, je ta pobuda povzročila pomanjkanje zemeljskega plina na trgu in posledično se je povprečna cena zemeljskega plina v 90. letih, ko je bila 1,92 ameriških dolarjev, povišala na 7,33 dolarjev v letu 2005 (cena za 28 kubičnih metrov plina). Potrebno je sicer omeniti, da je bila cena v letu 2005 tako visoka delno tudi zaradi posledic pustošenja orkanov po ZDA.

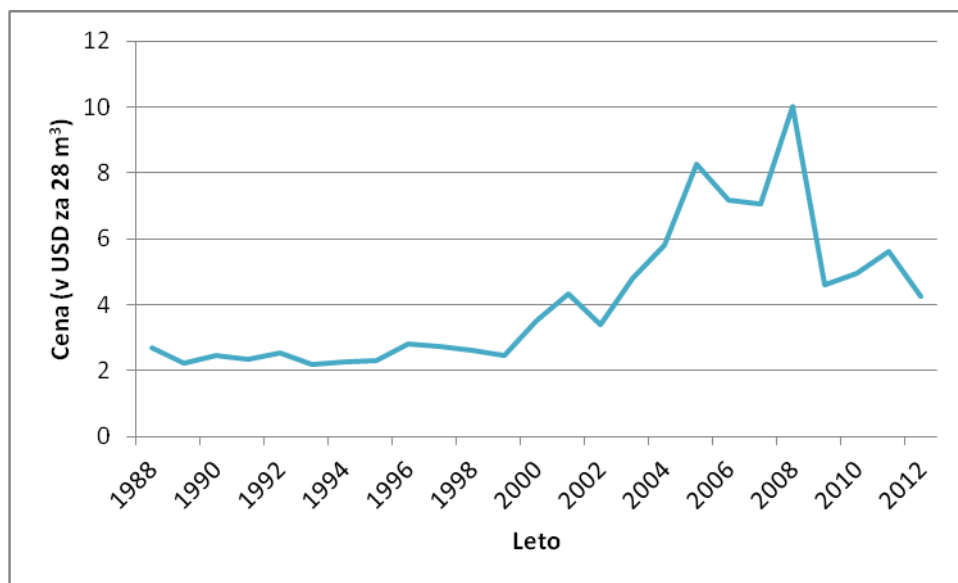
S tehnološkim napredkom v vodoravnem vrtanju in hidravličnemu lomljenju ter omenjenim zvišanjem cen plina, je postalo črpanje zemeljskega plina iz skrilavca finančno izvedljivo pri ceni okoli 7 dolarjev za 28 kubičnih metrov plina. Ta novoodkrita ekonomska izvedljivost je povzročila mrzlico pri pridobivanju plina iz skrilavca in ko se je z izkušnjami tehnološko znanje povečalo, se je strošek pridobivanja plina iz skrilavcev zmanjšal, kar je pomenilo še večjo ponudbo plina pri nižjih stroških. Poleg tega se je dokazana zaloga zemeljskega plina v ZDA povečala za eno tretjino po sredini prvega desetletja 3. tisočletja. Ponudba je torej močno preseгла povpraševanje, kar je znižalo cene plina iz 7,33 dolarjev v 2005 na 3,65 dolarjev za 28 kubičnih metrov plina v 2009. Padanje cen se je nadaljevalo tudi v letu 2012, kljub temu, da poraba zemeljskega plina dosega zgodovinsko visoke ravni (Swift & Moore, 2013, str. 16; Stevens, 2012, str. 3).

Pomembno je tudi, da se prisotnost raznovrstnih spojin (propan, butan, pentan, heksan, heptan, oktan in podobno), ki se proizvedejo skupaj z zemeljskim plinom, močno razlikuje med vrtnami, kar pomembno vpliva na ekonomičnost proizvodnje. Te spojine priskrbijo za dodaten in donosen vir prihodka poleg zemeljskega plina, saj je njihova tržna vrednost vezana na ceno nafte in ne na plin. Medtem ko so določena polja z zemeljskim plinom v ZDA verjetno neekonomične pri trenutnih nizkih cenah plina, gredo podjetja vseeno v proizvodnjo plina predvsem zaradi povezanih spojin, pri čemer plin postane praktično brezplačen sproizvod (Speight, 2013, str. 6).

Revolucija zemeljskega plina iz skrilavca je ustvarila svetovni presežek kapacitet utekočinjenega plina, saj se je še nedolgo nazaj pričakovalo, da bo domača produkcija zemeljskega plina ZDA poniknila in bi država zato mogla močno povečati uvoz plina. Obilje zemeljskega plina iz skrilavca pa je močno znižalo cene plina in ustvarilo trg zemeljskega

plina, v katerih je kralj kupec in ne prodajalec. Iz Slike 10 je razvidno gibanje uvozne cene utekočinjenega plina v ZDA. Cena je vrhunec dosegla leta 2008 ter nato močno upadla sočasno, kot se je obseg proizvodnje plina iz skrilavca v ZDA drastično povečal. Zaradi tega so se mnogi investitorji v infrastrukturo utekočinjenja zemeljskega plina opekli. Trend zniževanja cen zemeljskega plina in zniževanja stroškov produkcije zemeljskega plina iz skrilavca zaradi tehnoloških izboljšav se nadaljuje kljub vedno večjemu nasprotovanju postopku hidravličnega lomljenja zaradi vprašljivih vplivov na okolje (Stevens, 2012, str. 3).

Slika 10: Graf gibanja uvozne cene utekočinjenega zemeljskega plina v ZDA v ameriških dolarjih za 1000 kubičnih čevljev (28 kubičnih metrov) plina v obdobju od 1988 do 2012



Vir: EIA, Natural gas prices, 2014a.

Znižanje cen plina v ZDA pa ogroža tudi tradicionalno pogodbeno povezavo med ceno nafte in ceno zemeljskega plina. Zaradi obilja zemeljskega plina na trgu sta sedaj v državah OECD dva cenovna sistema zemeljskega plina, med katerima je velika vrzel brez primere. Medtem ko je bila povprečna cena plina v cenovnih sistemih Henry Hub in National Balancing Point 4 oziroma 5 dolarjev na milijon britanskih termalnih enot, je bila povprečna cena plina okoli 9 dolarjev na milijon britanskih termalnih enot na Japonskem in celinski Evropi v letu 2009. Velik razkorak med nizkimi cenami za takojšnje plačilo v ZDA in Združenem kraljestvu in cenami zemeljskega plina, ki so vezane na ceno nafte v celinski Evropi in državah članicah OECD na Pacifiku, povzroča daljnosežne posledice za kupce in prodajalce zemeljskega plina. Kupci plina, predvsem v Evropi, so ujeti med obveznostmi, ki jih imajo po njihovih dolgoročnih pogodbah in pritiskom njihovih strank, predvsem industrije, da dobavijo plin po bolj konkurenčnih cenah. Uvozniki so si zato izpogajali več fleksibilnosti glede cene in količine zemeljskega plina pri dobaviteljih predvsem v Evropi (IEA, 2010, str. 142).

2.4.2 Posledice črpanja plina iz skrilavca na gospodarstvo

Črpanje zemeljskega plina iz skrilavca je prineslo tudi svež veter v jadra ameriškega gospodarstva. Po desetletju visokih in spremenljivih cen zemeljskega plina, ki je umirila povpraševanje industrije po ameriških na nafti osnovanih gorivih in kemikalijah in vodila k zaprtju mnogih industrijskih obratov, ki intenzivno uporabljajo ta energent, je zemeljski plin iz skrilavca prinesel novo obdobje konkurenčnosti, ki že vodi v povečan izvoz, večje investicije, rast industrije in zaposlovanja. Zelo spodbudno je tudi dejstvo, da se investicije vlagajo v območja ZDA, ki so bila dolgo časa ekonomsko nezanimiva in neperspektivna. Renesansa v proizvodnji zaradi pozitivnih učinkov črpanja zemeljskega plina iz skrilavca koristi ne samo številnim brezposelnim Američanom, ki so ponovno zaposleni, temveč ameriškemu gospodarstvu kot celoti (Swift et al., 2013, str. 28).

Primerov povečanih investicij v ameriško proizvodnjo zaradi vpliva plina iz skrilavca je vse več. Večina investicij je s strani kemičnih podjetij, ki iščejo stroškovno prednost zoper tekmece iz tujine. Razlika v stroških izhaja iz manj dragega etana, ki je pridobljen iz zemeljskega plina iz skrilavca. Etan se množično uporablja v ameriških kemičnih tovarnah, medtem ko se tuji tekmeci zanašajo bolj na destilirani bencin, ki se ga pridobiva iz nafte. Tudi drugi proizvajalci izven kemične industrije načrtujejo širitev svojih obratov zaradi postopnega prestopa na drug energent (zemeljski plin). Poslovno priložnost unovčujejo tudi podjetja, ki prodajajo opremo za pridobivanje plina iz skrilavcev, saj posel črpanja zemeljskega plina iz nekonvencionalnih plinov ni popolnoma enak poslu črpanja plina iz konvencionalnih virov (PwC, 2011, str. 7-8; Binnion, 2012, str. 3).

V ameriški Pensilvaniji, kjer se razteza najobsežnejša formacija skrilavih glinavcev v ZDA, je pridobivanje plina oživilo gospodarstvo, saj je ustvarilo približno 18.000 delovnih mest, deleži od dobička pa so nekaterim lastnikom zemljišč prinesli tudi milijone dolarjev (Lavelle, 2012, str. 78-79).

V Severni Dakoti – zvezni državi ZDA, kjer nove metode vrtanja in črpanja omogočajo pridobivanje nafte in plina iz globokih in široko razpršenih ležišč, je stopnja brezposelnosti nižja od enega odstotka. Tam vrste mobilnih bivališč ob opustošenih kmečkih poslopih pričajo o razvojnem preobratu v zvezni državi, katere prebivalstvo se je v preteklosti vztrajno krčilo. Po letu 2010 so desetisoči ljudi – večinoma na begu pred veliko recesijo – preplavili naftno in plinsko zaplato, da bi se zaposlili kot vozniki, gradbeni delavci, dobavitelji opreme, geologi, inženirji in strokovnjaki za vrtanje. Avtoprevoznništvo je ena najdonosnejših dejavnosti in voznik tovornjaka je najpogostejši poklic na omenjeni zaplato, saj se prerija še vedno industrializira in je potrebno ogromne količine zmesi za hidravlično lomljenje ter nato odpadnih tekočin in opreme še vedno prevažati s tovornjaki (Dobb, 2013, str. 29-46).

Severni Dakoti, ki je doživela enega izmed največjih ameriških preporodov, se ponuja priložnost, da ji sedanji razcvet prinese trajno korist. Od vsakega dolarja, ki ga zasluži energetska industrija, vzame zvezna država 11,5 centa; to ji je od julija 2011 do oktobra 2012

prineslo več kot dve milijardi dolarjev prihodkov. Tretjino denarja je naložila v trajni sklad, katerega obresti so nedotakljive do leta 2017. Preostali denar naj bi se razdelil med zvezno državo in okrožja. Ni še jasno, kako bodo ta denar porabili, čeprav obstajajo in se izvajajo načrti, po katerih naj bi se ga nekaj vrnilo na naftno zaplato za gradnjo novih cest, daljnovodov, za razvoj javnih služb, kot sta gasilska služba in policija ter za gradnjo šol, bolnišnic in rekreacijskih objektov. Razcvet naftne in plinske industrije bo ustvaril enkratni prihodek, ki bi ga lahko naložili v dolgoročne socialne programe in trajnostni gospodarski razvoj. Država bi namreč lahko omenjene prihodke vložila v izkoriščanje naravnega vira, ki ga ima na pretek in je neizčrpen – neutrudni veter. Energijski potencial vetra v Severni Dakoti je po ocenah Ameriškega združenja za vetrno energijo šesti največji v ZDA, zato ni čudno, da si je podjetje Google to zvezno državo izbralo za prvo komercialno naložbo v vetrne elektrarne (Dobb, 2013, str. 53-54).

Kinnaman (2011, str. 1243) pa v svojem pregledu obstoječih študij ekonomskega vpliva pridobivanja plina iz skrilavca v ZDA zaključuje, da je ocenjen vpliv na ekonomijo zelo verjetno prenapihnen. Ena izmed študij je na primer ocenila, da je industrija, ki pridobiva zemeljski plin iz skrilavca, v zvezni državi Pensilvanija v letu 2008 ustvarila 2,3 milijarde ameriških dolarjev v ekonomski aktivnosti, 29.284 zaposlitev ter plačilo 238,5 milijonov dolarjev davkov. Druga študija je napovedovala, da bo omenjena industrija v Pensilvaniji v letu 2020 ustvarila 18,85 milijard dolarjev v dodani vrednosti, 1,87 milijard dolarjev v plačanih davkih ter 212.000 zaposlitev. Kinnaman (2011, str. 1249) ugotavlja tri pomanjkljivosti študij, pri nastanku katerih naj bi sodelovale akademske inštitucije:

- šibke predpostavke o tem, kdaj in kje gospodinjstva zapravijo nepričakovane prihodke (v študijah predpostavljajo, da gospodinjstva ne varčujejo, temveč zapravijo celoten prihodek v istem letu, kar je v nasprotju z dotedanjimi raziskavami);
- pomanjkljiva obrazložitev postopka, s katerim so ugotavljali lokacijo dobaviteljev industriji ter gospodinjstva, ki prejemajo odškodnino za uporabo njihove zemlje (predpostavka, da celoten prihodek, ki ga ustvari industrija, ostane v isti zvezni državi, kjer je črpanje potekalo, je šibka);
- pomanjkljivi ekonometrični modeli za oceno števila vrtin kot funkcijo sedanje cene (upoštevati bi bilo potrebno tudi druge pomembne spremenljivke).

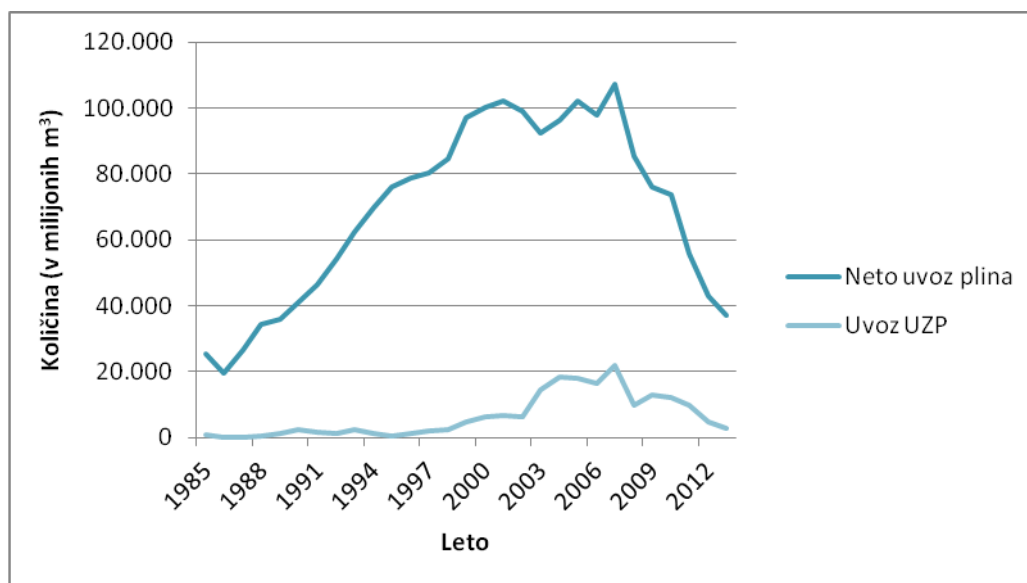
Kinnaman kritizira tudi uporabo raziskovalnih orodij, ki so se uporabila za oceno ekonomskega vpliva črpanja zemeljskega plina iz skrilavca. Raziskave, ki jih je pregledal, so namreč ugotavljale ekonomski vpliv z ocenjevanjem vpliva na prihodke, število ustvarjenih služb ter davčnih prihodkov. Kinnaman priporoča raje uporabo analize stroškov in koristi, ki bi upoštevala vse vrste stroškov pridobivanja plina iz skrilavca (tudi eksternalije kot so vpliv na okolje in lokalne skupnosti), pri čemer prihodki družb, davčni prihodki in ustvarjene zaposlitve ne bi bile del analize. Kot koristi bi se upoštevalo povpraševanje po plinu (zemeljski plin je uporaben vir energije za ogrevanje, proizvodnjo elektrike in za proizvodne procese v mnogih industrijah) kot funkcija njegove cene in drugih relevantnih spremenljivk. Še ena korist, ki je precej unikatna za plin (v primerjavi s proizvodnjo katere druge dobrine ali

storitve) je ta, da se z uporabo tega relativno čistega vira energije zmanjša povpraševanje po drugih, za okolje bolj škodljivih virih energije, kot sta nafta in premog. Če bi ekonomska vrednost plina preseгла vsoto internaliziranih proizvodnih stroškov za industrijo skupaj s stroški za uporabnike ter skupaj z eksternimi stroški, potem bi ekonomske koristi pridobivanja plina presegle ekonomske stroške in šele takrat bi bilo pridobivanje plina iz skrilavca ekonomsko učinkovito (Kinnaman, 2011, str. 1244-1249).

2.4.3 Posledice črpanja plina iz skrilavca na energetska neodvisnost

Hiter in velik razvoj nekonvencionalnih virov zemeljskega plina iz skrilavca v Severni Ameriki je ustvaril novo geopolitično in ekonomsko situacijo na svetu. ZDA so po letu 2007 postale energetska manj odvisne, saj se je uvoz zemeljskega plina po plinovodih in kot utekočinjen plin močno zmanjšal (glej Sliko 11), sočasno z izjemnim povečanjem proizvodnje lastnega plina iz skrilavcev. Nekonvencionalen plin v raznih oblikah se nahaja tudi v preostalih delih sveta, kar daje državam z novo-odkritimi zalogami priložnost za zmanjšanje njihove uvozne odvisnosti ter povečanje varnosti in stabilnosti lastne energetske oskrbe. Vzpon nekonvencionalnih virov plina ter z njim povezan hiter preobrat od tradicionalnih proizvajalcev do obilja domačih virov že predstavlja začetek novega obdobja v svetovnih energetskih razmerjih.

Slika 11: Graf gibanja celotnega neto uvoza zemeljskega plina ter uvoza utekočinjenega plina v ZDA v milijonih kubičnih metrov med 1985 in 2013



Vir: EIA, Natural gas summary, 2014b.

Do sedaj so bili konvencionalni viri skoncentrirani na Srednjem vzhodu, v Rusiji in državah Kaspijskega jezera, medtem ko je glavno povpraševanje po plinu prihajalo iz Severne Amerike, Zahodne Evrope in Vzhodne Azije. Med obema stranema je potekala relativno stabilna izmenjava na dnevni ravni. Razvoj nekonvencionalnih virov plina pa to razmerje načinja in lahko ustvari povsem nov scenarij za 21. stoletje. Zemeljski plin pridobiva na

pomembnosti in bi že v kratkem lahko prehitel premog ter tako postal drugi najbolj pomemben energetska vir takoj za nafto. Večino povečanega povpraševanja se bo lahko pokrilo z nekonvencionalnimi viri plina, kot je plin iz skrilavca v ZDA in plin iz slojev premoga na Kitajskem. Velik razmah teh virov v ZDA in na Kitajskem bi lahko ogrozil ali celo odvzel tržno moč vsem tradicionalnim proizvajalcem zemeljskega plina kot so Rusija, Katar in Alžirija. Torej bi nekonvencionalen plin lahko popolnoma spremenil pravila igre s posledično velikanskimi geopolitičnimi posledicami (Bocora, 2012, str. 436-441).

Pridobivanje zemeljskega plina iz skrilavca je povečalo svetovno elastičnost ponudbe in lahko pomembno zmanjša uvozno odvisnost od tradicionalnih proizvajalk zemeljskega plina. Večja proizvodnja zemeljskega plina iz skrilavca ustvarja večje tekmovanje na svetovnih trgih in zmanjšuje možnost ustvarjanja kartela proizvajalk zemeljskega plina. Negativen vpliv zadnje čase pogosto nestabilne ponudbe nafte na svetovnih trgih bi se lahko zmanjšal z večjo uporabo zemeljskega plina namesto nafte brez strahu, da bi to povečalo moč držav s tradicionalno največjimi zalogami zemeljskega plina kot so Rusija, Iran in Venezuela (Medlock, 2012, str. 33-41).

Gledano s celostne perspektive držav uvoznic energije je diverzifikacija ponudbe nafte ostala bolj ali manj konstantna v zadnjem desetletju, medtem ko se je diverzifikacija ponudbe zemeljskega plina povečala. Glede na vedno večjo pomembnost plina v svetovni porabi energije nakazuje to na povečanje celovite energetske varnosti. Zemeljski plin lahko torej v prihodnosti pomembno prispeva k večji energetska varnosti (Speight, 2013, str. 21).

2.4.4 Posledice črpanja plina iz skrilavca na okolje

Nagla rast razvoja proizvodnje zemeljskega plina iz skrilavca vzbuja zaskrbljenost za zdravje ljudi in okolja. Veliko opravljenih študij poda informacije o teh skrbih, vendar moč epidemioloških dokazov ostaja šibka. Warner, Vink, Watt in Jagals (2014, str. 1127) so proučili prepričljivost dokazov pri znanstvenem poročanju okoljskih tveganj in tveganj za človeško zdravje, ki jih predstavljajo aktivnosti povezane s pridobivanjem plina iz nekonvencionalnih virov. Izmed več kot 1000 raziskav so se osredotočili na 109 relevantnih študij. Samo 7 raziskav je bilo povsem primernih glede na prepričljivost dokazov. Do sedaj opravljene raziskave so bile osredotočene na kratkoročne učinke in so pogosto metodološko oporečne. Po drugi strani ne obstajajo dokazi, da vplivov na zdravje ljudi in okolje ni. Medtem ko puščajo trenutni dokazi v znanstvenem poročanju neodgovorjena vprašanja glede dejanskega vpliva na okolje in človeško zdravje, ostajajo skrbi glede javnega zdravja velike. To predstavlja jasno vrzel v znanosti, ki zahteva nujno pozornost akademikov in strokovnjakov.

Dolgoročne posledice hidravličnega lomljenja niso znane, saj postopek izvajajo v takšnih geoloških razmerah in velikem obsegu komaj dobro desetletje (Dobb, 2013, str. 44-53). Trenutno poteka več raziskav o dolgoročnih posledicah tovrstnega pridobivanja zemeljskega plina na okolje. Ameriška Agencija za zaščito okolja trenutno opravlja državno študijo za

boljše razumevanje potencialnega vpliva hidravličnega lomljenja na vire pitne vode. Študija naj bi bila zaključena leta 2014 in bo vključevala pregled objavljene literature, analizo obstoječih podatkov, oceno in modeliranje možnih scenarijev, laboratorijske raziskave in raziskave na primerih zunaj laboratorija (EPA, 2014). Ameriški urad za energetiko financira več raziskovalnih projektov za proučitev tehničnih izzivov proizvodnje zemeljskega plina iz skrilavcev pri hkratnem zmanjšanju okoljskega odtisa in tveganj, povezanih s to dejavnostjo. Projekti se bodo osredotočili na testiranje inovativnih tehnologij za čiščenje odpadne vode in za povečanje razumevanja odnosa med podzemnim odlaganjem odpadne vode in povečano potresno aktivnostjo. Nekatere kratkoročne posledice pa so že opazne in raziskane.

2.4.4.1 Zemeljski odtis

Postopek postavitve vrtine za pridobivanje plina iz skrilavca je industrijski in je tako zelo opazen v okolici. Dandanes tovornjaki za prevažanje tekočega tovora, peska in cevi ter mešalniki betona nepretrgoma hrumijo po dvopasovnicah. Na vsake toliko kilometrov ležijo na iz gozda ali polja izrezanih zaplatah veliki, na vrhu zravnani kupi sveže zemlje. Po nekaj tednih se s teh vrtalnih ploščadi dvigajo visoki stolpi, okrog katerih se gnetejo tovornjaki in bivalniki. Onesnaženo vodo iz novih vrtin zbirajo v tovornjakih cisternah ali v bazenih, zatesnenih s temno plastiko. Stolpi kmalu izginejo, vrtine pa neštete zelene cevi in ventili povežejo z novimi cevovodi, kondenzacijskimi bazeni in kompresijskimi postajami. Po letu 2008 je večina ameriške Pensilvanije doživela temeljito površinsko preobrazbo (Lavelle, 2012, str. 79).

Tipično vrtalno območje, ki obsega več vrtin, zavzema od 8.000 do 24.000 kvadratnih metrov zemljišča, ima zbiralnik za odpadno vodo in potrebuje več sto prevozov s tovornjaki, da se na prizorišče dostavi in odstrani potrebno opremo ter vodo za postopek hidravličnega lomljenja. Vrtalno območje in število vrtin je tako veliko zato, ker se zemeljski plin v skrilavcu nahaja v usedlinskih kamninah, ki se raztezajo v dolgih razdaljah namesto v posameznih žepih. Večina naftnega in plinskega razvoja v zadnjih 50. letih je potekalo v manj naseljenih območjih na zahodu ZDA oziroma na območjih, kjer so lokalni prebivalci že seznanjeni z dejavnostmi energetskega razvoja in produkcije. Sedaj, ko so vrtine prisotne na območjih, kjer je gostota prebivalstva višja, kot na primer na severovzhodu ZDA, so skrbi lokalnih prebivalcev glede tovrstnega razvoja na območju, kjer ljudje delajo in živijo, razumljive (Smith, 2012, str. 53-54).

Pridobljivost zemeljskega plina iz nahajališča skrilavca je v razponu 28-40% izvirne prostornine plina, medtem ko je razpon za konvencionalen plin lahko visok tudi od 60-80%. Razvoj izkoriščanja plina iz skrilavca se zatorej pomembno razlikuje od črpanja konvencionalnih zalog. Na konvencionalnem nahajališču je posamezna vrtina sposobna črpati nafto ali plin v relativno velikem območju. Posledično je potrebnih le nekaj vrtin (ponavadi navpičnih), da se proizvaja ekonomsko smotrne količine plina. Pri proizvodnji plina iz skrilavca pa je potrebnih več relativno blizu stoječih vrtin, da se proizvede dovoljšnja količina plina, da je nahajališče ekonomično. Zato je pri nahajališčih plina iz skrilavca zgrajenih več

vrtin, da se zaloga ustrezno počrpa. V primeru Barnettove formacije skrilavca v ZDA lahko gostota vrtin preseže eno vrtino na manj kot 0,24 kvadratnega kilometra (Speight, 2013, str. 17).

Zmanjšanje zemeljskega odtisa ni ugodno le za okolje temveč je tudi v ekonomskem interesu proizvajalcev. Na primer, vrtanje večih vrtin na eni sami vrtalni ploščadi omogoča upravljavcu, da doseže večje podzemno območje za pridobitev zemeljskega plina, kot vrtanje samo ene vrtine. Napredek na tem področju je precejšen. Leta 1970 so na 80.000 kvadratnih metrih lahko z vrtanjem dostopali do 2 kvadratna kilometra velikega območja pod zemljo. Današnja tehnologija omogoča, da se dostopa do več kot 130 kvadratnih kilometrov območja pod zemljo z območja vrtanja, ki na površju zavzema le 24.000 kvadratnih metrov. Glede na vse vire električne energije ima zemeljski plin drugi najnižji vpliv na površje (najnižji vpliv ima jedrska energija). Z razvojem tehnologije in uporabo najboljših praks se bo ta odtis lahko še bolj zmanjšal (Smith, 2012, str. 53-54).

Po določeni točki, ko vrtina začne proizvajati zemeljski plin, je podjetje, ki opravlja vrtanje, dolžno vzpostaviti okolje v približno enako stanje, kot je bilo pred vrtanjem. V času črpanja plina na lokaciji ostanejo le glava vrtine, dva ali trije zbiralniki za odpadno vodo, številni sistem in še kak kos opreme. Ko vrtina ne proizvaja več zemeljskega plina, se vrtino zabetonira, odpelje proizvodno opremo, ozeleni in popolnoma obnovi predhodno vrtalno območje (Smith, 2012, str. 54).

Razvoj proizvodnje zemeljskega plina iz skrilavca je v ameriški Pensilvaniji največji na zasebni zemlji, kjer sta v veliki večini ena do dve vrtini, manj kot 10% vrtalnih ploščadi ima pet vrtin ali več. Približno 45 – 62% vrtalnih ploščadi je na kmetijskih zemljiščih in 38 – 54% na gozdnatih zemljiščih (veliko jih je v samem središču gozdov na zasebni zemlji). Število dovoljenj, podeljenih od junija 2011 dalje za vrtanje plina spreminja namembnost vsaj 6 do 11 km² kmetijske zemlje in od 5 do 9 km² gozda. Sprememba namembnosti kmetijskih zemljišč pomeni, da vrtanje do določene mere tekmuje s proizvodnjo hrane (Drohan, Brittingham & Bishop, 2012, str. 1061).

Za potrebe že zgrajenih in v bodoče zgrajenih vrtalnih ploščadi, za katere so že izdana dovoljenja, bo potrebno samo v zvezni državi Pensilvaniji zgraditi 650 kilometrov novih cest, ki bi skupaj s cevovodi razdelili gozdove na manjša območja. Fragmentacija gozdov izpostavlja manjše začetne potoke in večje spodnje dele rek k večji verjetnosti onesnaženja. Izziv za upravljanje z vodami in zemljo tako postaja vse večji za ekosistem, proizvodnjo hrane in rekreacijo. Ker vrtanje poteka v večini na kmetijski zemlji in gozdu – prevladujoče na zasebni zemlji, pomeni posledično, da je preostanek območja, ki je javne narave, pomembno zatočišče za divje živali in ekosisteme in da bi tovrstna področja potrebovala nadaljnjo zaščito (Drohan, Brittingham & Bishop, 2012, str. 1071-1073).

2.4.4.2 Območni potresi

Nedavno so se pojavile skrbi, da postopek hidravličnega lomljenja in odlaganje odpadne vode v do 4 kilometre globoke navpične cevi, povzročata območne potrese. Tovrstni potresi naj bi se zgodili leta 2009, 2011 in 2012 v zvezdih državah Teksas, Arkansas in Ohio. Vse izmerjene potresne aktivnosti v celotni zgodovini pridobivanja zemeljskega plina iz skrilavca so bile majhne, od 2. do 4. stopnje po Richterjevi lestvici, in niso predstavljale nevarnosti ljudem ali okolju. Dosedanje študije ne nakazujejo neposredne povezave med potresi in vrtnjem. Res je sicer namen hidravličnega lomljenja ravno z majhnimi potresi ustvariti odprtine v kamnini, da se lahko zemeljski plin iz nje izloči. Vendar, v kolikor upravljavci ne ustvarijo preveč pritiska prehitro, naj bi bili zlomi in potresna aktivnost zanemarljivi. Zdi se, da je glavna povezava med potresi in nepravilnim odlaganjem odpadne vode z vrtnjem v navpične cevi. Tovrstni potresi naj bi se začutili tudi na površju. Vrtine z odpadno vodo morajo biti daleč stran od odkritih okvarjenih razpok v zemlji in hitrost vbrižgavanja je omejena, da se prepreči preveliko povečanje pritiska v vrtini. Vzročna povezava med vrtnjami z odpadnimi vodami in manjšimi potresi še ni popolnoma določena in zahteva nadaljnja proučevanja (Smith, 2012, str. 54).

2.4.4.3 Vpliv na vodo

Pridobivanje zemeljskega plina iz skrilavca z metodo hidravličnega lomljenja lahko vpliva na kvaliteto vode na tri različne načine (Vengosh, Warner & Jackson, 2013, str. 864-866):

- onesnaženje podtalnice zaradi neustrezne zaščite vrtalne cevi;
- okužba podtalnice z zemeljskim plinom ali tekočino za lomljenje preko naravnih obstoječih razpok med podtalnico in nižje ležečimi formacijami;
- odstranjevanje ali razlitje odpadne vode nastale po postopku hidravličnega lomljenja.

Študija v severovzhodnem delu zvezne države Pensilvanije je pokazala povišano raven metana v vodnjakih s pitno vodo, ki se nahajajo največ 1 kilometer stran od vrtin zemeljskega plina iz skrilavca, medtem ko so imeli vodnjaki s pitno vodo, ki se nahajajo dlje kot 1 kilometer stran od vrtin, veliko manjšo koncentracijo metana. Zagovorniki pridobivanja zemeljskega plina iz skrilavca so argumentirali, da je višja vsebnost metana v temu delu kotline Apalačev naraven pojav.

Ali metan izvira v nekem predelu naravno ali kot posledica človeškega ravnanja, je možno ugotoviti zaradi razlik v izotopih in geokemični sestavi metana. Študija je potrdila, da so visoke vrednosti metana v vodnjakih, ki presegajo mejne vrednosti za ogrožanje zdravja, vsekakor povezane z uhajanjem plina, neposredno povezanim s postopkom pridobivanja zemeljskega plina iz skrilavca. Najverjetnejši vzrok uhajanja plina je v pomanjkljivem ohišju vrtine. Ameriška Agencija za zaščito okolja je v ločeni študiji ugotovila prisotnost zdravju škodljivih sintetičnih organskih sestavin, povišano vrednost klorida in kalija v dveh visoko

bazičnih vodnjakih v bližini obsežne proizvodnje zemeljskega plina iz skrilavca v zvezni državi Wyoming.

Podtalnica je občutljiva tudi zato, ker jo lahko onesnaži uhajajoči zemeljski plin in tekočina za lomljenje, saj pogosto že po naravni poti obstajajo razpoke med globokimi formacijami skrilavca (kjer se nahaja zemeljski plin) in podtalnico, ki leži nad omenjeno formacijo. Študija to dokazuje s kemijsko sestavo slane podtalnice (katera se razlikuje od sestave, ki sicer označuje lokalne podtalnice), ki posnema kemijsko sestavo slanice v spodnje ležečih formacijah (Vengosh et al., 2013, str. 864-866).

Nekateri ameriški lastniki, ki so dali plinskim podjetjem zemljo v najem, že od vsega začetka niso prepričani ali so ravnali prav. Med njimi je tudi Sherry Vargson. Leta 2008 je plinska družba Chesapeake Energy začela vrtati na 78 hektarjev veliki mlečni kmetiji njene družine v kraju Granville Summit v severovzhodni Pensilvaniji. Potem ko je vrtina že nekaj časa obratovala, je Vargsonova nekega junijskega dne leta 2010 odprla kuhinjsko pipo in ugotovila, da iz nje uhaja zrak (takšna je bila njena prva misel). Analiza je razkrila, da je v vodi več kakor dvakrat toliko metana kot sicer, to pa je pomenilo nevarnost eksplozije. Od takrat jo družba Chesapeake oskrbuje z ustekleničeno vodo, hkrati pa zatrjuje, da je metan prišel v vodovod po naravni poti. Iz kuhinjske vodne pipe omenjene Američanke uhaja toliko metana, da ob njej lahko prižge velik plamen ognja. Zatrjuje, da se je metan pojavil, odkar družba vrta na njeni kmetiji. Da ne bi prišlo do eksplozije ima vse leto odprta tri okna. Medtem se je mesečni prihodek Vargsonove od pridobivanja plina iz več kot 1000 znižal na manj kot 100 dolarjev, saj se je količina pridobljenega plina močno zmanjšala (Lavelle, 2012, str. 79-84).

Pri pridobivanju plina iz skrilavca obstaja še druga nevarnost glede vodnih virov. Onesnaženo odpadno vodo, stranski proizvod pri postopku hidravličnega lomljenja, ki jo pogosto hranijo v bazenih na površju, obdanih s temno plastiko, se lahko prelije čez rob ali uide skozi razpoke in tako onesnaži vodotoke ali podtalnico (Lavelle, 2012, str. 80).

Velika raven slanosti, strupenih elementov (kot je na primer barij) ter radioaktivnost odpadne vode in naravno prisotne vode v globokih formacijah, ki priteče na plan skupaj z zemeljskim plinom iz skrilavca, predstavljajo nove izzive za ravnanje z odpadno vodo, ki nastane pri proizvodnji plina. Študija je pokazala, da je odpadna voda še vedno močno slana in radioaktivna na površju rek in v rečnih sedimentih, kljub temu, da se jo je pred izpustitvijo v vodne poti obdelalo v obratu za razsoljevanje. Druga možnost odstranjevanja odpadne vode je skozi vbrizgavanje le-te v globoke navpične vrtine, kar po dosedanjih izkušnjah lahko povzroči potresne dogodke (Vengosh et al., 2013, str. 864-866).

Pridobivanje zemeljskega plina iz skrilavca z metodo hidravličnega lomljenja vpliva tudi na količino razpoložljive pitne vode v bližini vrtine. Voda, potrebna za vrtnanje in lomljenje skrilavcev, pogosto prihaja iz površinskih voda, kot so reke in jezera. Izkorišča se lahko tudi podtalnico, zasebne vire vode, občinske zaloge vode in reciklirano odpadno vodo, ki je bila

predhodno že uporabljena v postopku lomljenja skrilavca. Medtem ko je količina vode, potrebna za vrtanje in pridobivanje zemeljskega plina iz skrilavca, precejšnja, večinoma predstavlja majhen delež (manj kot 1%) celotnega vodnega vira v formacijah plina iz skrilavca, kot je razvidno iz Tabele 8. Pri odločitvi, kateri vir vode se bo uporabljal za proces pridobivanja plina, je pomembno zavedanje, da izkoriščanje vode iz manjših izvirov predstavlja veliko večje breme za rastline in živalski svet v najbližjem ekosistemu, kot v primerjavi z izkoriščanjem vode iz večjih rek ali jezer. Pri črpanju vode za proces hidravličnega lomljenja je potrebno upoštevati slednje, kot tudi, da po izrabi ostane dovolj vodnih virov za druge uporabnike vode, kot so lokalno prebivalstvo, kmetje in industrijski uporabniki (Smith, 2012, str. 56).

Tabela 8: Uporaba razpoložljive vode na nahajališčih plina iz skrilavca v ZDA v odstotkih

Nahajališče plina iz skrilavca	Gospodinjstva	Industrija in rudarstvo	Proizvodnja elektrike	Namakanje	Živina	Industrija plina iz skrilavca
Barnett	83	5	4	6	2	0,40
Fayetteville	2	1	33	63	0,30	0,10
Haynesville	46	27	14	9	4	0,80
Marcellus	12	16	72	0,12	0,01	0,06

Vir: I. Pearson et al., Unconventional gas: potential energy market impacts in the European union, 2012, str. 69.

Zahodnega dela Severne Dakote suša za zdaj še ni ogrozila, vendar lahko tam kmetijstvo preživi le, ker kmetje in rančarji zelo skrbno ravnaajo s skromnimi zalogami sladke vode. Tamkajšnje lastnike zemljišč zdaj skrbi, da bo naftna in plinska industrija izčrpala njihovo podtalnico. Trdijo, da bi morali za potrebe hidravličnega lomljenja črpati vodo predvsem iz reke Missouri, ne pa iz podtalnice. Ne glede na to, kako se bo ta polemika rešila, je črpanje nafte in plina v polnem zamahu, območju pa se obeta večdesetletna suša – ki bo po izsledkih najnovejših raziskav zaradi uporabe fosilnih goriv še dolgotrajnejša in intenzivnejša, kot so sprva predvidevali (Dobb, 2013, str. 53).

Eden izmed najnovejših pomembnih razvojev na področju zmanjševanja količine uporabljene vode je praksa ponovne uporabe odpadne vode (tekočina, ki se vrne na površje, potem ko je vrtina končana in pripravljena na izkoriščanje plina). Tovrstna odpadna voda pride na površje ponavadi po nekaj tednih, ko se je hidravlično lomljenje končalo. Kljub ponovni uporabi odpadne vode je še vedno potrebno opraviti več kot 200 prevozov s tovornjaki, da se vodo dostavi do naslednje, nove vrtine. Poleg tega predstavlja odpadna voda le približno petino oziroma četrtno celotne količine vode (15 do 19 milijonov litrov), ki je potrebna, da se vrtino hidravlično razdrobi za pridobivanje plina.

Vodni odtis bi bilo možno zmanjšati tudi s predelavo odpadne vode za ponovno izpustitev v naravo. Tovrstni postopki predstavljajo velik strošek, saj je treba odstraniti zmanjševalce trenja, olja, maziva, kovine in sol. Odstranitev soli je še posebej energetsko intenziven in zato drag postopek. Industrija se bo morala še naprej truditi zmanjšati tovrstne stroške, da se zmanjša količina uporabljene in odpadne vode (Smith, 2012, str. 56).

Če pogledamo nekoliko dlje v prihodnost, je težko napovedati, kako dolgo bodo zdržale zaščitne obloge in čepi v vrtinah. Sodeč po raziskavi, ki jo je nedavno opravil Ameriški geološki zavod v vzhodni Montani, gmote slane vode vdirajo navzgor v vodonosnike in zasebna črpališča, zato tamkajšnja voda ni več primerna za pitje. Prav tako se je potrebno zavedati, da lahko na oblogah vrtin kadarkoli nastanejo poškodbe s katastrofalnimi posledicami. Leta 2011 sta na primer med hidravličnem lomljenjem v Severni Dakoti iz vrtine uhajala nafta in plin ter prodrla v vodovod, ki oskrbuje mesto (Dobb, 2013, str. 53).

2.4.4.4 Onesnaževanje zraka

Uporabo zemeljskega plina se priporoča zaradi izboljšanja kvalitete zraka, saj naj bi bil najčistejše fosilno gorivo. Pri njegovem izgorevanju nastajajo nizke ravni emisij ogljikovega dioksida. Proizvodnja elektrike s pomočjo zemeljskega plina ustvari približno polovico emisij CO₂ kot proizvodnja elektrike s pomočjo premoga in 30% manj kot s pomočjo naftnih goriv. Stranski produkt izgorevanja zemeljskega plina sta večinoma ogljikov dioksid in vodna para. Zaradi navedenih razlogov se zemeljski plin obravnava kot glavno gorivo v načrtih energetske panoge za zmanjšanje emisij ogljika.

Vendar pa pridobivanje plina ne poteka brez vpliva na kakovost zraka, kot je razvidno iz Tabele 9. Proizvodnja plina iz skrilavca v ZDA je povzročila izpuste toplogrednih plinov v ozračje in imela lokalni vpliv na kakovost zraka. Izvor onesnaževanja zraka je odvisen od faze razvoja proizvodnje plina.

Tabela 9: Izpusti zračnih emisij zaradi vrtanja, hidravličnega lomljenja in drugih aktivnosti, povezane s pridobivanjem zemeljskega plina iz skrilavca

Spojina	Opis	Okoljevarstveni vidik
Metan (CH ₄)	Glavna sestavina zemeljskega plina.	Znan toplogredni plin.
Dušikovi oksidi (NOX)	Tvorijo se ob izgorevanju fosilnih goriv strojev in tovornjakov ter med vzplamtevanjem.	Povzročitelj škodljivega ozona v plasteh zraka pri tleh.
Nestabilne organske spojine	Gre za ogljikovodike, prisotne v odpadni vodi. Sprostijo se lahko med obdelavo in skladiščenjem odpadne vode v odprtih zbiralnikih.	Spojine lahko preidejo iz vode v zrak.
Benzen, toluen, etilbenzen in ksilen	Spojine, ki se izločajo v majhnih količinah.	Strupeni živim organizmom nad določeno koncentracijo.
Ogljikov monoksid	Nastaja med vzplamtevanjem in kot posledica nepopolnega izgorevanja na ogljiku baziranih goriv, ki se uporabljajo v strojih.	Strupen živim organizmom nad določeno koncentracijo.
Žveplov dioksid (SO ₂)	Lahko se sprosti, kadar gori fosilna goriva, ki vsebujejo manjše mere žvepla.	Prispeva h kislemu dežju.
Žveplov vodik (H ₂ S)	Obstaja naravno v nekaterih formacijah nafte in plina. Izpuščen je lahko, če zemeljski plin uhaja, izbruhne ali gori nepopolnoma med vzplamtevanjem.	Izpusti v ozračje so zelo majhni med samo proizvodnjo zemeljskega plina.

Vir: T. Smith, Environmental considerations of shale gas development, 2012, str. 55.

V času priprav na proizvodnjo (vrtanje in priprava vrtine na izkoriščanje plina) emisije nastanejo predvsem zaradi dela vrtnih ploščadi in strojev za lomljenje kamnine, ki se največkrat napajajo z dizlom ali bencinom. Onesnaževanje zraka ustvarijo tudi prevozi odpadne vode in vode za lomljenje iz in do vrtine. Število prevozov se razlikuje glede na količino vode, ki je potrebna za postopek lomljenja, od količine ustvarjene odpadne vode, lokacije vodnega vira in razdaljo med vrtino in obratom za obdelavo oziroma odlaganje odpadne vode. Tipična vrtina zahteva za celotno obdobje njenega delovanja okrog 800 prevozov vode s tovornjaki (Smith, 2012, str. 54-55).

Da bi zmanjšali negativne vplive tovrstnega prometa je guverner ameriške zvezne države Severna Dakota, ki proizvede največ nafte v ZDA takoj za zvezno državo Teksas, pozval podjetja, naj čimprej zgradijo plinovodno omrežje. Guverner in drugi uradniki zvezne države tako predvidevajo gradnjo od 9.700 do 13.000 kilometrov plinovodov za vsako izmed štirih zmesi, ki pritekajo iz vrtin: povratni tok oziroma mešanico naravnih in umetnih tekočin, ki jih uporabljajo za hidravlično lomljenje, surovo nafto, zemeljski plin in slano vodo (veliko se je zadržuje nad plastmi kamnin, v katerih je ujet zemeljski plin). Zahodni del Severne Dakote naj bi v prihodnje prepredalo toliko cevi, da bi lahko z njimi obkrožili Zemljo (Dobb, 2013, str. 30-52).

Ko se priprave končajo in se sama proizvodnja zemeljskega plina začne, se onesnaževanje zraka nadaljuje zaradi delovanja kompresijskih motorjev in zaradi izpustov vrtin, cevovodov ter zbiralnikov za utekočinjenje plina.

Pomembna težava je požiganje uhajajočega plina iz vrtin, kjer poteka hidravlično lomljenje. Požiganje je za okolje sicer boljše, kot če bi plin preprosto ušel, vendar gre pri tem za velike izgube in nezanemarljivo onesnaževanje. V Severni Dakoti so tako v maju 2013 zažgali 29% zemeljskega plina, ki je bil proizveden tisti mesec. Delež požganega plina je sicer upadel z vrhunca 36% v septembru 2011, vendar zaradi hitre širitve tega sektorja skupna količina zažganega plina še naprej raste.

Nafta in zemeljski plin se pogosto nahajata skupaj v istem rezervoarju. Zemeljski plin v Severni Dakoti zažigajo predvsem zaradi pomanjkanja plinovodov. Izračunali so, da je zaradi požiganja izpuhtela 1 milijarda ameriških dolarjev, ki bi se jo sicer zaslužilo z zajetjem in prodajo tega plina. Izid so bili izpusti toplogrednih plinov v višini kot če bi dodali 1 milijon novih avtomobilov na ceste. ZDA so sedaj v klubu 10 držav na svetu, ki zažgejo največ zemeljskega plina, predvsem zaradi hitrega razvoja v Severni Dakoti. Država je že postavila cilj omejiti količino požiganja na največ 10% celotne proizvodnje plina, vendar še ni postavila datuma, do kdaj naj bi bil cilj dosežen (US fracking industry »wasting 1bn USD a year in gas flaring«, 2013).

Emisije zraka pri proizvodnji zemeljskega plina iz skrilavca v ZDA so merile in analizirale številne študije. Na podlagi rezultatov teh študij so zaostriili pravila in nadzor nad onesnaževanjem zraka pri tovrstnem načinu pridobivanju plina. Proizvajalci plina iz skrilavca

se hkrati sami obnašajo bolj racionalno glede izpustov metana, ki je glavna sestavina zemeljskega plina, saj predstavljajo ti izpusti izgubo energije, ki bi jo podjetja raje prodala kot izgubila. Zato lastnosti večine dandanašnjih vrtin in plinovodov celo presegajo določila nadzornih institucij. Veliko proizvajalcev je spoznalo, da je prihodek zaradi bolj odgovornega obnašanja do okolja večji kot dodaten strošek, nastal zaradi dodatnih stopenj pri procesiranju plina (Smith, 2012, str. 54-55).

Upravičenost zemeljskega plina iz skrilavca kot boljše gorivo za zmanjšanje svetovnega segrevanja pa je pod vprašajem zaradi velikega toplogrednega učinka (v primerjavi s konvencionalno pridobljenim plinom). Zamenjava zemeljskega plina iz skrilavca za druga goriva morda nima zelenih učinkov pri zmanjševanju toplogrednih učinkov. Toplogredni odtis zemeljskega plina iz skrilavca je namreč pomembno večji kot toplogredni odtis konvencionalnih virov zemeljskega plina, in sicer zaradi uhajanja metana med postopkom vrtanja, lomljenja in kasneje odtekanja odpadne vode nazaj na površino vrtine. Dodati je potrebno, da na splošno primanjkuje strokovnih analiz toplogrednega učinka zemeljskega plina iz skrilavca.

Pobegle emisije metana so pomembna skrb. Metan je največja sestavina zemeljskega plina in močan toplogredni plin. Novejše raziskave nakazujejo, da ima metan celo večji potencial za globalno segrevanje, kot je bilo poprej mišljeno, če upoštevamo tudi posredne učinke metana na ozračje. Od 3,6 do 7,9% metana v času proizvodnje zemeljskega plina iz skrilavca uide v ozračje med prezračevanjem in kot izpusti v celotnem življenjskem ciklu vrtine. Tovrstne emisije metana so za 30 do 50% večje kot tiste iz konvencionalnih virov plina. Večji izpusti iz skrilavca se zgodijo v času hidravličnega lomljenja – ko metan uide iz odpadnih voda – in med umikanjem vrtalne opreme, ki sledi lomljenju. Naftni delavci na ploščadi namreč kos za kosom (vsak je dolg deset metrov) odstranjujejo tudi več kot tri kilometre dolgo jekleno vrtalno cev, medtem ko iz vrtine uhajata nafta in zemeljski plin.

Metan je močan toplogredni plin, ki ima veliko večji toplogredni učinek kot ogljikov dioksid, še posebej v času prvih desetletij po izpustu. Emisijski odtis zemeljskega plina iz skrilavca je večji kot tisti iz konvencionalnih virov zemeljskega plina ali nafte, ko primerjamo emisije v kateremkoli časovnem obdobju, še posebej pa v prvih dveh desetletjih. V primerjavi s premogom ima zemeljski plin iz skrilavca od 20 do 50% večji emisijski odtis v prvih dveh desetletjih po izpustu. V stoletnem časovnem obdobju je emisijski odtis plina iz skrilavca primerljiv s premogom in podoben ali do 35% večji kot emisijski odtis nafte (Howarth, Santoro & Ingraffea, 2011, str. 679-688; Dobb, 2013, str. 36).

Onesnaževanje zraka ima lahko po mnenju nekaterih klimatologov resne posledice za cel svet. Naftne in plinske družbe morajo namreč paziti, da povzročajo čim manj motenj v plasteh hidratov, skozi katere črpajo fosilna goriva, saj bi lahko nastale poškodbe na vrtinah. Klimatologe skrbi, da bi globalno segrevanje destabiliziralo plasti hidratov pod celinami ali morjem in tako sprožilo obsežno uhajanje metana, ta pa bi še pospešil segrevanje.

Zaradi metana, uhajajočega v ozračje iz omenjenih jezer, je globalno segrevanje še hitrejše. Najpomembnejši je gotovo ogljikov dioksid, v ozračju ga je 200-krat več kot metana, vendar enaka količina metana zadrži v ozračju vsaj 25-krat več toplote – razen če ta plin prej ne zgori. Tedaj se namesto njega v ozračje sprošča CO₂. Drugače kot CO₂ metan škoduje zdravju ljudi, saj prispeva k nastajanju smoga. Nekaj znanstvenikov jemlje resno katastrofalni scenarij, po katerem bi ta izpust bil nagel za časa enega človeškega življenja, temperatura na planetu pa bi se hitro dvignila. Od leta 2006 se vsebnost metana v ozračju spet povečuje. Po mnenju številnih opazovalcev ni naključje, da hkrati narašča tudi število vrtn, zvrtnih v plasti glinavcev globoko pod površjem.

Celotna slika pa vendarle ni črno-bela. Za zdaj kaže, da so negativni učinki pridobivanja plina manjši kot v premogovništvu – to je v Pensilvaniji povzročilo veliko hujše onesnaženje rek, v Zahodni Virginiji so številni hribi ostali brez vrhov, v celotni ZDA pa vsako leto še vedno umre na stotine rudarjev, večinoma zaradi pnevmokonioze (posledic vdihavanja premogovnega prahu). Ta primerjava je smiselna, saj poceni zemeljski plin zmanjšuje porabo premoga. Še do leta 2007 so s kurjenjem premoga pridobili skoraj polovico električne energije v ZDA. Do marca 2012 se je njegov delež zmanjšal na 34 odstotkov.

Obsežen prehod s premoga na plin je pripomogel k čistejšemu zraku v Pensilvaniji in v celotni ZDA. Drugače kakor pri premogu se pri zgorevanju zemeljskega plina v zrak ne sproščajo žveplov dioksid, živo srebro in trdi delci ter tudi pepel ne nastaja. Poleg tega se pri zgorevanju plina sprošča v ozračje le pol toliko ogljikovega dioksida kot pri zgorevanju premoga. V ZDA so bili izpusti CO₂ leta 2010 za sedem odstotkov manjši kot leta 2005. Zmanjšanje izpustov iz elektrarn, večinoma zaradi prehoda s premoga na plin, je k skupnemu zmanjšanju prispevalo malo več kot tretjino.

Na Kitajskem imajo sodeč po prvih raziskavah velikanske zaloge plina v skrjavcih. Za svetovno podnebje bi bilo močno koristno, če bi Kitajci nekaj premoga v termoelektrarnah nadomestili s plinom. Učinek bi bil takojšen – ne bi bilo treba čakati do leta 2040 ali 2050. Vendar pa je za pozitiven učinek potrebno najprej preprečiti uhajanje metana pri postopku hidravličnega lomljenja, sicer izpuščen metan izniči del zmanjšanja izpustov ogljikovega dioksida. Več strategij je na voljo za učinkovito zmanjšanje izpustov metana. Zajemanje uhajajočega metana bo v ZDA po zakonodaji za plinska podjetja obvezno od leta 2015 naprej (Lavelle, 2012, str. 76-90).

2.5 Zakonodaja v ZDA in EU

2.5.1 Zakonodaja v ZDA

Okoljske zadeve povezane z razvojem pridobivanja zemeljskega plina iz skrjavca nadzirajo predvsem Ameriška agencija za zaščito okolja (v nadaljevanju EPA) in agencije posameznih zveznih držav, katerim je EPA dodelila pooblastilo. Ta dejavnost spada pod področje industrije nafte in zemeljskega plina. Agencija že vrsto let nadzira omenjeno industrijo, predvsem preko sledečih okoljskih zakonov (Ternes, 2012, str. 60):

- Zakon o ohranitvi in obnovitvi virov, ki ureja upravljanje trdih in nevarnih odpadkov;
- Zakon o čistem zraku, ki ureja področje izpustov, nevarnih onesnaževalcev zraka in toplogrednih plinov;
- Zakon o varni pitni vodi, ki se nanaša na aktivnosti, ki bi lahko onesnažile podzemne vire pitne vode;
- Zakon o čisti vodi, ki ureja izlive v ameriške površinske vode.

Drugi zakoni, ki se prav tako nanašajo na to dejavnost, so Zakon o nadzoru strupenih snovi, Zakon o izčrpnem okoljskem odzivu, nadomestilu in odgovornosti ter programi drugih agencij (Ternes, 2012, str. 60).

V ZDA zbujejo skrb zlasti stotine kemikalij, ki se jih uporablja pri hidravličnem lomljenju, saj so nekatere nedvoumno ali domnevno kancerogene ali kako drugače strupene. Verjetnost nezaželjenih vplivov na okolje še povečuje tako imenovana Halliburtonova vrzel, imenovano po družbi, ki je patentirala zgodnjo različico postopka hidravličnega lomljenja.

Zakonska vrzel, ki je bila sprejeta v času Busheve in Cheneyjeve administracije, ne zavezuje naftne in plinske industrije k upoštevanju določb ameriškega zakona o neoporečni pitni vodi. Še več, proizvajalcem in izvajalcem ni treba razkriti vseh uporabljenih sestavin, češ da bi pri tem lahko izdali poslovne skrivnosti.

Celo George P. Mitchell, iskalec nafte iz Teksasa, ki je prvi začel uporabljati postopek hidravličnega lomljenja, je pozval k večji preglednosti in strožjim predpisom. Ker ni doslednega in jasnega zveznega nadzora nad hidravličnim lomljenjem, se izvajanja nadzora lotevajo kar zvezne države same. Leta 2011 so v Severni Dakoti sprejeli zakon, ki v bistvu ugotavlja, da je vrtnanje po postopku hidravličnega lomljenja varno. S tem je bila razprava končana (Dobb, 2013, str. 53).

Ameriški državni register kemikalij, uporabljenih pri postopku hidravličnega lomljenja, FracFocus, omogoča javni dostop do evidenc uporabljenih kemikalij pri hidravličnem lomljenju, čemur se energetska podjetja sicer upirajo. Pri postopku se uporablja na stotine različnih kemikalij, kjer ima vsaka posamezna energetska družba lastnoročen recept za mešanico.

V Tabeli 10 je povzetek najpogosteje uporabljenih kemikalij in njihovih funkcij pri postopku hidravličnega lomljenja. Določene kemikalije so človeku in okolju nevarne že v manjših koncentracijah, druge le v večjih koncentracijah. Preglednost je pogosto otežena, ker imajo določene kemikalije več različnih imen (FracFocus, 2014).

Tabela 10: Seznam najpogostejših kemikalij, ki tvorijo tekočino, uporabljeno za hidravlično lomljenje

Funkcija kemikalij	Namen uporabe	Naziv uporabljenih kemikalij
Kislina	Raztopiti rudnino in zadati razpoke v kamnini.	Solna kislina
Kemični preparat	Odpraviti bakterije v vodi, ki proizvajajo jedke stranske produkte.	Amonijev klorid
Lomilec	Omogočiti zakasneli razpad gela.	Natrijev klorid, magnezijev oksid, kalcijev klorid
Stabilizator gline	Preprečiti povečanje ali premik gline.	Natrijev klorid
Zaviralec rjavenja	Preprečiti rjavenje cevi.	Izopropanol, metanol
Povezovalc	Vzdrževati viskoznost tekočin pri naraščanju temperature.	Borova kislina, naftni destilator, metanol
Zaviralec trenja	Narediti vodo bolj spolzko za minimiziranje trenja.	Poliakrilamid, metanol, naftni destilator
Zgoščevalno sredstvo	Zgostiti vodo za namen zadrževanja peska.	Etilenglikol, naftni destilator, metanol
Regulator železa	Preprečiti utekočinjenje kovinskih oksidov.	Citronska kislina, očetna kislina
Preprečevalec emulzij	Preprečiti nastanek emulzij v tekočini za hidravlično lomljenje.	Izopropanol, etilenglikol
PH prilagoditveno sredstvo	Upravnavati pH tekočine za vzdrževanje učinkovitosti drugih komponent.	Očetna kislina, kalijev hidroksid, natrijev karbonat
Zaviralec vodnega kamna	Zavirati nalaganje vodnega kamna v cevi.	Fosforjeva kislina
Stabilizator	Stabilizirati produkt in preprečevati zamrzovanje.	Etanol, metanol

Vir: *What chemicals are used, 2014.*

Po dnu doline White Earth v ameriški zvezni državi Severna Dakota namerava podjetje Alliance Pipeline speljati visokotlačni plinovod s premerom 30 centimetrov, ki bi sedanji obrat za predelavo plina v Tiogi povezal z glavnim, 130 kilometrov oddaljenim plinovodom. Lokalni prebivalci nasprotujejo projektu, saj se bojijo možnosti eksplozije plina na njihovem dvorišču. A podjetje Alliance Pipeline se je zateklo na sodišče in grozi s spornim ukrepom razlastitve zasebnega zemljišča v javno korist, v tem primeru zaradi oskrbe ZDA s prepotrebno energijo.

Negativni vplivi vrtnja pa so že prisotni v omenjeni dolini: 250 metrov od hiše enega izmed gospodinjstev v dolini noč in dan obratuje črpalka družbe Petro-Hunt ter povzroča hrup, povečan promet in nevarnost onesnaženja. Gospodinjstvo ni bilo nikoli del odločitvenega procesa pri postavitvi črpalke. Severna Dakota namreč lastnikom zemlje dopušča ločitev pravice do uporabe zemljišča od pravice do izkoriščanja mineralnih surovin. V hudih časih so nekateri te pravice prodali ali jih zamenjali – za kmetijske stroje na primer. V omenjenem gospodinjstvu je oče sedanjega lastnika kupil 4 km² zemlje od nekoga, ki mu ni povedal, da je na majhnem delčku te zemlje prodal tudi pravice do izkoriščanja mineralnih surovin različnim ljudem. Zadeve dodatno zaplete še, da so te pravice od takrat z dedovanjem že večkrat

zamenjale lastnike. Po pregledu dokumentacije na okrožnem sodišču je gospodinjstvo zgroženo ugotovilo, da so mineralne surovine na manj kot 5% njihovega zemljišča okoli njune hiše v lasti 110 neznancev. Če naftna družba od 51 odstotkov lastnikov teh pravic pridobi soglasje za vrtnanje – navadno privolijo, saj se jim obeta nemajhen zaslužek, ne da bi kakorkoli tvegali – lahko vrta na zemljišču, ki ni njeno.

Morda bi lahko kdaj v preteklosti parlament zvezne države spremenil to čudno ureditev, vendar je zdaj obdobje zakupljanja pravic do črpanja mineralnih surovin in izvajanja raziskav v zahodnem delu Severne Dakote večinoma že končano, pri čemer lahko tujci odločajo o prihodnosti marsikoga, ki tam živi in dela. To pa pomeni še nekaj: koristi, ki jih prinaša razcvet naftne in plinske industrije, so široko razpršene. Krajevni lastniki zemljišč, ki so obdržali pravice do izkoriščanja mineralnih surovin, res lahko precej zaslužijo z dajanjem teh pravic v zakup. Vendar veliko več prisluženega bogastva odteka iz območja. Vozniki tovornjakov in drugičasni delavci plačujejo davke v zveznih državah, iz katerih prihajajo. Dobički odtekajo k lastnikom naftnih družb, ki živijo v Kanadi, Teksasu in Oklahomi, pa tudi k delničarjem od vsepovsod. Nasprotno bodo posledice črpanja nafte in plina čutili predvsem tamkajšnji prebivalci in okolje.

V ZDA hidravličnega lomljenja ne nadzira zvezna vlada. Urejajo ga predpisi zveznih držav, zato je postopek v posameznih državah lahko različen. Postopki so odvisni tudi od lokacij vrtin, geološke zgradbe območja in od tega, ali želijo črpati nafto ali zemeljski plin. V nekaterih zveznih državah ZDA (na primer v Severni Dakoti) so odprti bazeni za odpadno vodo prepovedani. Namesto tega odpadno tekočino odpeljejo s tovornjaki in jo prečrpajo v globoke vrtine (Dobb, 2013, str. 44-52).

2.5.1.1 Zakon o ohranitvi in obnovitvi virov

Pridobivanje zemeljskega plina iz skrilavca pogosto vključuje površinska zajetja odpadne uporabljene vode, proizvedene pri postopku hidravličnega lomljenja. EPA obravnava trdne odpadke, ki nastanejo med izkoriščanjem in pridobivanjem nafte in zemeljskega plina, kot manj strupene od drugih odpadkov, ki jih ureja Zakon o ohranitvi in obnovitvi virov. Zato je Agencija tovrstne odpadke preprosto izvzela iz zveznega nadzora nevarnih odpadkov. Gre za vrtalne tekočine in blato, slanico (uporabljeno, odpadno vodo) in druge odpadke povezane z izkoriščanjem, razvojem in proizvodnjo surove nafte ali zemeljskega plina.

Zaradi izraženih skrbi glede izpustov kemikalij, uporabljenih pri hidravličnem lomljenju, Agencija ponovno razmišlja o obsegu oprostitve tovrstnih odpadkov od nadaljnjega nadzora, še posebej kar se tiče skladiščenja in odlaganja tekočin s kemikalijami za postopek lomljenja kamnine. EPA prav tako ocenjuje prakso industrije in minimalne pogoje posameznih zveznih držav, kot tudi potrebo po tehničnem vodenju oblikovanja, operacij, vzdrževanja in zaprtja zajetij odpadnih tekočin (Ternes, 2012, str. 60-61).

2.5.1.2 Zakon o čistem zraku

Zakon obravnava velik spekter dejavnosti in strojev, ki onesnažujejo zrak s toplogrednimi plini, nevarnimi onesnaževalci zraka in za ozon nevarnimi spojinami (v nadaljevanju onesnaževalci zraka). Zakon nalaga izpolnjevanje raznih zahtev za pridobitev dovoljenja pred gradnjo in pričetkom obratovanja dejavnosti kot tudi izpolnjevanje raznih tehničnih standardov.

Pridobitev dovoljenja je povezana s potencialom obrata za izpuste onesnaževalcev zraka. Pred izgradnjo morajo operaterji sistemov hidravličnega lomljenja izračunati njihove potencialne emisije, da se ugotovi ali bodo morali zaprositi za dovoljenje velikega ali manjšega onesnaževalca. Pri tem je zelo pomembna ugotovitev, kaj vse spada pod en obrat, saj je to odločilnega pomena za razvrstitev v primerno skupino za pridobitev dovoljenja. Obrat je definiran kot kakršnakoli zgradba, struktura, objekt ali montaža, ki izpušča ali lahko izpušča onesnaževalce zraka pod nadzorom. Obrat se nanaša na vse tovrstne objekte, ki med opravljanjem dejavnosti izpuščajo emisije in ki pripadajo isti industrijski skupini, se nahajajo na eni ali več med seboj oddaljenih lokacijah in ki so pod nadzorom ene in iste osebe.

Več objektov kot je v enem obratu (na primer strojev, zbiralnikov, vrtin in podobno), večji je potencial izpustov v zrak. Večji kot je ta potencial, bolj je verjetno, da bo obrat, ki je vir onesnaževanja, opredeljen kot velik onesnaževalec. Veliki onesnaževalci so pod nadzorom programa za preprečevanje pomembnega poslabšanja stanja in se od njih lahko zahteva, da uporabljajo najboljšo možno nadzorno tehnologijo kot tudi, da izpolnjujejo dodatne strožje zahteve.

EPA je leta 2009 zaostрила definicijo obrata, ki sedaj obsega objekte, ki so funkcionalno soodvisni in so razpršeni na veliko večjem območju, kot so ga predhodno opredeljevale posamezne zvezne agencije. Četudi operater pridobi dovoljenje zvezne agencije, vendar pogoji pridobitve dovoljenja niso v skladu z definicijo EPA, tvega sodni postopek, izgubo dovoljenja ali tožbo državljanov zaradi gradnje brez veljavnega dovoljenja. Tovrstni sodni postopki so se v praksi zgodili, kar je ustvarilo precejšnjo negotovost v industriji.

Proizvajalci nafte in zemeljskega plina morajo poročati EPA o emisijah toplogrednih plinov, za potrebe zbiranja podatkov. Leta 2012 je EPA sprejela nove in bolj rigorozne standarde za obrate proizvajalcev nafte in zemeljskega plina, s posebnimi določili za postopek hidravličnega lomljenja. Od leta 2015 naprej bodo proizvajalci morali zmanjšati emisije nestabilnih organskih spojin z zaježitvijo uhajanja zemeljskega plina iz vrtine ter ločevanjem plina in tekočih ogljikovodikov iz odpadne, uporabljene vode, ki priteče iz vrtine na površje.

Požiganje uhajajočega plina bo potrebno za vrtine, ki so izvzete iz omenjenih standardov. Obrati morajo uvesti detektor izpustov in program obnove za nadzor pobeglih emisij. Zmanjšati bo potrebno izpuste nestabilnih organskih spojin iz raznih strojev v obratu. Glavni onesnaževalci bodo morali tudi za vsaj 95% zmanjšati izpuste strupenih onesnaževalcev

zraka, prav tako bo potrebno zagotoviti neuhajanje plina iz ventilov v tovarnah za procesiranje zemeljskega plina (Ternes, 2012, str. 61-62).

2.5.1.3 Zakon o varni pitni vodi

Ker se del pridobivanja zemeljskega plina dogaja pod zemljo, kjer se nahaja podtalnica, je EPA v okviru Zakona o varni pitni vodi izdala program za nadzor nad podzemnim vbrizgavanjem. Cilj programa je preprečiti onesnaženje podzemnih virov pitne vode z vbrizgavanjem tekočin v podzemne vrtine.

Za injeciranje tekočin v podzemlje je potrebno pridobiti dovoljenje. Nato je potrebno izpolnjevati vrsto zahtev. Vsakih 5 let morajo izvajalci opraviti test mehanične neokrnjenosti in dokazati, da ni pomembnejših razpok ali gibanja tekočin v vrtini. Predložiti morajo načrte za kasnejše zaprtje vrtine in poročilo ob dejanskem zaprtju vrtine. Vrtine se morajo nahajati na lokaciji, kjer vbrizgavanje poteka pod enovito ločitveno plastjo. Tlak injiciranja je potrebno spremljati in nadzirati, da se prepreči zlome v območju vbrizgavanja ali ločitveni plasti. Vbrizgane tekočine ne smejo ogroziti zaloga pitne vode, izvajalci morajo predložiti popis tekočin za injeciranje pred samim dejanjem. Izvajalci morajo tudi dokazati, da je oddaljenost injiciranih vrtin od podzemnih virov pitne vode primerna in izvajati nadzor ter testiranja, da sledijo bodočim migracijam vbrizgane tekočine.

EPA je posebej prepovedala podzemno vbrizgavanje zemeljskega plina za skladiščenje in podzemno vbrizgavanje tekočin ter sredstva proti sprijemanju (razen dizelskih goriv) pri postopku hidravličnega lomljenja. Po drugi strani EPA zahteva pridobitev dovoljenj za odstranjevanje odpadne vode, nastale pri lomljenju, skozi vbrizgavanje v globoke vrtine. Leta 2012 je EPA izdala navodilo, da je za hidravlično lomljenje s tekočinami, ki vključujejo dizelska goriva, potrebno predhodno pridobiti dodatno odobritev agencije (Ternes, 2012, str. 63).

2.5.1.4 Zakon o čisti vodi

Zakon ureja izpuste onesnaževalcev v ameriške površinske vode. Pred izpustom v vodo mora obrat pridobiti dovoljenje. EPA prepoveduje obratom za hidravlično lomljenje izpustiti onesnaženo odpadno vodo, pridobljeno v katerikoli fazi operacije, v plovne vode. Zatorej se morajo tovrstni obrati posluževati vbrizgavanja odpadne vode v posebej za to narejene podzemne vrtine ali zajemalnike odpadne vode na površju, da voda izhlapi v ozračje.

EPA ureja tudi izpuste v občinske obrate za obdelavo odpadne vode. V preteklih letih so se odpadne vode, pridobljene pri postopku hidravličnega lomljenja, znebili v tovrstnih občinskih obratih, ki pa niso bili načrtovani za obdelavo omenjenih tekočin, kar je posredno pomenilo, da sta tako občinski obrat kot proizvajalec zemeljskega plina iz skrilavca kršila določila EPA. Za ureditev tega področja bo EPA predlagala novo pravilo glede izpustov odpadne vode hidravličnega lomljenja (Ternes, 2012, str. 63-64).

2.5.1.5 Zakon o uporabi vode

Prisvajanje vode iz površinskih ali podzemnih virov za hidravlično lomljenje upravlja zakon posameznih zveznih držav kot lastniško pravico. Posplošeno v vzhodnem delu ZDA vodni zakoni sledijo načelu, kjer so pravice do površinskih voda vezane na lastništvo zemljišča, ki meji na vodni vir. V zahodnem delu ZDA vodni zakoni ponavadi sledijo načelu, kjer pravica do površinske vode pripada prvi osebi, ki uporabi vodo za koristen namen.

Podzemno vodo se obravnava kot lastnino lastnika površinskega zemljišča nad podzemno vodo. Količino vode, ki se lahko črpa, urejujejo različna pravila. Pravilo zajetja omogoča lastniku, da zajame toliko podzemne vode, kolikor je lahko uporabi za koristen namen. Obrečno pravilo daje lastniku pravico do črpanja vode, ki se nahaja na površju njegovega zemljišča. Pravilo razumne uporabe pravi, da lahko lastnik zemljišča črpa tolikšno količino vode, dokler ne ustvari škode podtalnici ali okoliškimi vodnjakom.

Lastništvo vodnih virov se lahko razdeli, ko lastnik zemljišča preda pravice do rudnin pod površjem drugi stranki. Tako loči podzemne rudninske pravice od površinskih pravic, s čimer ustvari tako imenovano ločeno posestvo. V tradicionalnem ločenem posestvu ima lastnik rudninskih pravic pravico do uporabe toliko podzemne ali površinske vode, kolikor je razumno za izkoriščenje rudninskih pravic. Vendar to je zgolj posplošitev, saj je postopek ločevanja posestva opredeljen glede na določila pogodbe o prodaji pravic kot tudi glede na zakone posamezne zvezne države.

Lastniki in izvajalci operacij hidravličnega lomljenja ponavadi kupijo vodo ali najamejo pravico do vode od lastnikov vodnih pravic. Pri tem morajo upoštevati državne zahteve za uporabo vode. Količina uporabljene vode pri procesu hidravličnega lomljenja je ustvarila nekaj sporov na območjih, prizadetih s sušo, kjer so vodni viri obravnavani kot omejeni (Ternes, 2012, str. 62).

2.5.1.6 Odškodninska odgovornost okoljevarstvenih agencij in proizvajalcev plina iz skrilavca

Večina zveznih okoljevarstvenih statutih omogoča državljanom pravico, da tožijo nadzorno inštitucijo, če se ne drži lastnih navodil in pravil pri podeljevanju dovoljenj, nadzora in drugih aktivnostih inštitucije. Tovrstne državljanske tožbe tako postavijo zvezno okrožno sodišče v pozicijo EPA ali zvezne agencije in zahtevajo, da zvezni sodnik preveri obtožbe neskladnosti in določi morebitne kazni. V primeru, da obtožena inštitucija izgubi primer, mora plačati kazen Ameriškemu finančnemu uradu ter ponavadi tožilčeve pravne stroške.

Skladnost z zveznimi in državnimi okoljevarstvenimi zakoni na splošno ne odvezuje odgovornosti lastnikov in izvajalcev hidravličnega lomljenja, saj so še vedno lahko toženi zaradi motenja posesti, neprijetnosti, malomarnosti, dosledne odgovornosti, povračila in opustošenja. Tovrstne zahteve dovoljujejo povrnitev poškodovanega zemljišča, telesnih poškodb, stroškov zdravljenja, izgubo dobička in kazenskih glob (Ternes, 2012, str. 62-63).

2.5.2 Zakonodaja v EU

Pravila lastništva zemlje se razlikujejo med Evropo in ZDA. V slednji so lastniki zemlje na površju tudi lastniki rudninskih pravic pod površjem, medtem ko je v Evropi lastnik rudninskih pravic pod površjem praviloma posamezna država. To predstavlja večji izziv za vrtanje v Evropi, saj lastniki zemljišč tako niso upravičeni do odškodnine ali deleža od dobička in imajo tako le malo spodbud, da podprejo razvoj proizvodnje zemeljskega plina iz skrilavca. Vendar pa položaj ni popolnoma preprost niti v ZDA, saj je zaradi ločenih posestev potrebno stopiti v stik z velikim številom lastnikov, kar je težko zaradi pomanjkanja lahko dostopnih registrov tovrstnih podatkov.

Bistvo lastništva zemlje v ZDA ni nujno samo lastništvo temveč stopnja vpliva, ki ga imajo lastniki površinske zemlje pri dovolitvi razvoja na področju. Združene države ponavadi dajejo prednost lastniku rudninskih pravic. V Teksasu morajo na primer lastniki površinskih pravic dovoliti lastniku rudninskih pravic svobodno uporabo zemljišča do razumne meje potrebne za raziskovanje, razvoj in produkcijo zemeljskega plina na zemljišču. Podobni zakoni obstajajo v drugih zveznih državah ZDA, kjer morajo lastniki površinskih pravic omogočiti razumen dostop do zemljišča v zameno za zaščito pred nerazumnim posegom in škodo ter v zameno za nadomestilo za uporabo površine zemljišča.

V Evropi obstaja nejasnost, do katere meje lahko površinski lastniki zemlje omejijo razvoj proizvodnje zemeljskega plina iz skrilavca. Pravna študija na to tematiko, naročena s strani Evropske unije, ni podala jasnega odgovora. Na eni strani bi lahko lastniki zemljišč predstavljali precejšnjo oviro pred začetkom operacij, saj lastniki zemljišč najverjetneje ne bi bili pripravljene dovoliti podjetju dostop do zemlje, če ne bi prejeli finančnega nadomestila. Na drugi strani tovrstno dovoljenje lastnikov zemlje ni potrebno za raziskovanje in izkoriščanje podzemnih rudnin v lasti države, saj obstaja možnost razlastitve lastnikov, ki pa morajo biti v vsakem primeru finančno kompenzirani.

V Franciji lahko lastnik licence za raziskovanje opravi vse potrebne raziskovalne aktivnosti ne glede na to, ali lastnik površinskega zemljišča privoli v tovrstne aktivnosti. V Združenem kraljestvu nasprotno pravice do dostopa pod površjem ne vključujejo kakršnihkoli pravic do dostopa do teh zemljišč. Pridobitelj tovrstnega dovoljenja mora sam pridobiti vsa nadaljnja dovoljenja od pristojnih nadzornih organov in lastnikov površinske zemlje. Na Poljskem mora operater pridobiti odobritev vseh tangiranih lastnikov zemljišč, preden se mu lahko podeli kakršnokoli dovoljenje za njegovo dejavnost.

Podjetja izvajalci in nadzorne institucije v ZDA so se spoprijeli s problemom pridobivanja dovoljenj s strani velikega števila lastnikov zemljišč s postopkom pogajanj z večimi lastniki zemljišč, ki pridobijo nadomestilo glede na površino njihovega zemljišča, ki se nahaja nad zalogami zemeljskega plina v globini. Tovrstni način pridobivanja dovoljenj pripomore k zmanjšanju zemeljskega odtisa nepotrebnega vrtanja, saj se zemeljski plin lahko pridobiva tudi iz bližnjih zemljišč in ni potrebno podvajati infrastrukture ali vrtin. Ker so velikosti

zemljišč in lastništvo zemljišč v Evropi bolj razpršena, bi bil tovrstni način zbiranja dovoljenj dobra možnost za upravljanje koncesijskih območij na pošten in učinkovit način. Ker pa je večina zemlje pod površjem v Evropi pod lastništvom posameznih držav, lahko to povzroči sporne pravne negotovosti pri pridobivanju plina iz sosednjih zemljišč.

Italijanski energetski strokovnjaki predlagajo, da se Evropa namesto ameriškega tovarniškega načina vrtanja posluži centralnega upravljanja kompleksa večih vrtin, da se izogne nepotrebemu podvajanju infrastrukture, opreme in storitvene oskrbe. Tak način bi bil podoben že obstoječemu v kontinentalni Evropi pri črpanju konvencionalnih virov zemeljskega plina, ki je bil večinoma voden z okoljsko ozaveščenostjo in nadzorom vrtalnih programov.

V Evropi obstajata še nadaljnji oviri za operaterje in sicer v obliki okoljsko zaščitenega območja v okviru politike Natura 2000, ki ščiti približno 20% celotnega kopenskega območja v Evropski uniji ter zaradi večje gostote prebivalstva, torej stanovanjskih in poslovnih četrti, v primerjavi z ZDA. Na primeru Poljske je to pomenilo, da je bila pridobitev dovoljenja za pričetek dejavnosti pogojena z obvezno oceno vpliva na okolje, in sicer za tiste lokacije, ki se nahajajo v bližini zaščitene območij (Paerson et al., 2012, str. 117-119).

Ker je evropski nadzor nad geološkim in rudarskim vidikom ekstrakcije zemeljskega plina iz skrilavca pomanjkljiv in omejen, je le-ta nadzorovan z zakoni posameznih držav članic Evropske unije. Na tem področju velja splošno pravilo, da kakršnikoli cilji postavljeni v energetski politiki Evropske unije ne smejo imeti vpliva na pravice posameznih članic, da same določijo pravila za izkoriščanje lastnih energetskih virov, izberejo med različnimi viri energije ter določijo splošno strukturo oskrbe z energijo. Ker je postopek hidravličnega lomljenja v množični uporabi komaj desetletje, ni presenetljivo, da države članice kot tudi Evropska unija kot celota zaenkrat še nima celotnega pravnega sistema za točno to dejavnost. Zatorej zaenkrat ta dejavnost pri večini držav članic EU spada pod splošne zakone o geologiji in rudarjenju.

Nekatere evropske direktive pa se posredno dotikajo dejavnosti pridobivanja zemeljskega plina iz skrilavca. Če pridobivanje plina za namene trgovanja preseže določen prag (0,5 mcm na dan), mora biti izpeljana ocena vpliva na okolje, kot je bilo zamišljeno v Direktivi 85/337/EEC. Postopek vključuje predložitev natančnega dosjeja projekta nadzornim organom, kateremu sledijo posvetovanja ne le s pristojnimi inštitucijami temveč tudi z javnostjo. Država članica lahko sodeluje v postopku, če ima lahko načrtovan projekt pomemben vpliv na okolje v državi.

Zaradi kemikalij, prisotnih v procesu hidravličnega lomljenja, je dejavnost dolžna upoštevati pravila o registraciji, oceni, avtorizaciji in omejitvi kemikalij. Direktiva o rudarskih odpadkih (2006/21/EC) se prav tako dotika dejavnosti. Obstaja večje število direktiv in okvirjev glede politike ravnanja z vodo (2000/60/EC, 2006/118/EC ter druge). Direktiva 94/22/EC obravnava pravila o podelitvi in uporabi dovoljenj za raziskovanje in pridobivanje

ogljikovodikov. Ta zakon zahteva, da država postavi objektivna in nediskriminatorna pravila na podlagi katerih je mogoče podeliti dovoljenje. Namenjeno je tudi preprečevanju situacije, da bi država članica postavljala neupravičeno zahtevne pogoje ali, da ne bi ustvarila kakršnegakoli sistema omejitev povezanih s pričetkom tovrstne dejavnosti.

Kljub temu, da obstajajo štiri direktive, ki se dotikajo rudarjenja na nivoju Evropske unije, pa ne obstaja nobena celostna direktiva o rudarjenju, kar predstavlja največjo težavo. Če bi obstajala enotna pravila za celo Evropo, bi podjetja lahko pridobivala zemeljski plin iz skrilavca s postopkom hidravličnega lomljenja z večjimi standardi varnosti za okolje. Bolj varno pridobivanje zemeljskega plina iz skrilavca bi lahko pomenilo dobro priložnost za evropsko gospodarstvo, ki jo lahko onemogoči pomanjkljiva in nedorečena zakonodaja.

Poleg sprejetja enotne zakonodaje za to dejavnost bi bilo potrebno osvežiti tudi mejni prag za začetek postopka ocene vpliva na okolja. Spremembe bi bile potrebne v Direktivi o ravnanju z vodo 2000/60/EC ter v Okvirju za analizo življenjskega cikla 2009/31/EC. Določiti bi bilo potrebno, ali bi na splošno prepovedali uporabo strupenih kemikalij za vbrizgavanje. Če tega ne bi omejili na splošno, bi bilo potrebno zahtevati, da se vse uporabljene kemikalije v postopku hidravličnega lomljenja javno razkrije. Omejiti bi morali število dovoljenih kemikalij, ter nadzirati njihovo uporabo. Na ravni Evropske unije bi lahko vodili statistiko o injiciranih količinah in številu projektov kot tudi številu nesreč in pritožb. Krajevne oblasti bi morale imeti možnost odločanja o podelitvi dovoljenja za uporabo hidravličnega lomljenja. V primeru, ko bi to dovoljenje izdale, bi morale oblasti obvezno nadzorovati pretok površinskih voda in onesnaževanje zraka (Duraj, 2011, str. 109-120).

Doseči skupno okoljsko upravljalno strategijo na vladni in zasebni strani bo v ZDA pomenil precejšen izziv zaradi razlik v lastništvu rudnin, regijskem, državnem in končno v mednarodnem pravu. V EU pa bi se še kot dodatna ovira lahko pokazale razlike med nacionalno zakonodajo držav članic in skupnim evropskim pravnim redom. Na zakonodajnem področju v ZDA in EU bo torej potrebnega še precej truda in časa, da se zakonodaja prilagodi novim spremembam pri pridobivanju nekonvencionalnih virov plina ter posledicam, ki jih slednje povzročata (Drohan et al., 2012, str. 1073).

V letu 2014 je Evropska unija odstopila od zahtev, da se uvedejo zavezujoče zahteve za hidravlično lomljenje skrilavca. Je pa članicam določila minimalne standarde, ki jih morajo upoštevati. Tako morajo pred podelitvijo licenc med drugim preučiti vplive na okolje in druge dejavnike, pred posegi opraviti analize vode, zemlje in zraka, da lahko kasneje zaznavajo spremembe, ter obveščati javnost o kemikalijah, uporabljenih v posamezni vrtini. Junija 2014 je Evropska komisija opozorila Poljsko, da bo začela preiskavo in morebitni postopek proti njej pred Sodiščem Evropskih skupnosti, ker naj bi te zahteve ignorirala (Brstovšek, 2014).

2.6 Zemeljski plin iz skrilavca v Sloveniji

Velik del ozemlja današnje severovzhodne in vzhodne Slovenije je pred 16 milijoni let pokrivalo morje. Zaradi premikov zemeljskih plasti se je ozemlje osrednje Slovenije postopoma dvigovalo in Panonsko morje je začelo izginjati. S prodrom in peskom so ga skozi nadaljnje milijone let zasipavale reke in pred 4,7 milijona let je morje presahnilo. Nafta in plin sta nastala iz odmrlih morskih mikroorganizmov in rastlin, ki jih je prekrila neprepustna plast zemlje. Zaradi visokih pritiskov in temperature ter pomanjkanja zraka se je ta organska masa s kemičnimi procesi spreminjala v ogljikovodike (Kovač, 2011).

Edino odkrito najdišče nafte in plina v Sloveniji je v Prekmurju na polju v Petišovcih in na polju Dolina pri Lendavi. Nafto in plin so v okolici Lendave odkrili že v drugi polovici 19. stoletja, slovenski vrhunec količine načrpane nafte pa se je zgodil že davnega leta 1951. Vse od takrat je količinska proizvodnja nafte in plina z občasnimi skoki počasi upadala. Potem ko je nekaj časa v začetku novega tisočletja veljalo, da so zaloge na tem območju premajhne, da bi se jih splačalo izkoriščati, je dejavnost mirovala. Slovenske družbe niso bile zainteresirane za vlaganja v slovensko naftno-plinsko polje, saj bi ta zahtevala precejšnja zagonska sredstva, izid pa bi bil negotov. Svež veter je nastal s pojavom tujega partnerja, ki je prevzel glavno projekta nase (Šimac, 2012; Zgonik, 2011).

Britanska družba Ascent resources, ki je večinski vodja projekta razvoja plinskega polja v Petišovcih, je napovedala, da bi zemeljski plin lahko začeli pridobivati na začetku leta 2014. Britanci, ki v okolici Lendave raziskujejo nahajališče plina, so objavili, da je na tem območju dovolj plina za začetek izkoriščanja v komercialne namene. Pod površjem polja v Petišovcih - na globini 3.500 metrov - naj bi se skrivalo okoli 11 milijard kubičnih metrov plina. Glede na to, da v Sloveniji porabimo dobro milijardo kubičnih metrov plina na leto, pomeni odkritje zaloge plina, ki bi pokrile oskrbo za kar nekaj let (Šimac, 2013b).

Družba na svoji spletni strani poroča umirjen napredek k cilju zagona proizvodnje v Petišovcih. Ascent resources je junija 2014 poslal Agenciji Republike Slovenije za okolje zahtevek za izdajo okoljskega dovoljenja za nadzor in preprečevanje onesnaženja, odločitev o katerem bo podana v roku pol leta od prejema zahtevka. Družba ima sicer težave z zagotovitvijo ustreznih finančnih sredstev, saj je eden od investitorjev odstopil od projekta. Manjkajoča sredstva naj bi med drugim nadomestili z izdajo konvertibilnega posojila v letu 2014 (Interim results for the period ended 30 June 2014).

Vendar pa v Prekmurju zemeljski plin ni ujet v skrilavcu temveč v peščenjakih, zato ne moremo govoriti o pravem hidravličnem lomljenju, kot je potrebno pri skrilavcih, temveč za manj agresivno tehnologijo vrtanja v kamnino za pridobivanje zemeljskega plina. Peščenjak namreč ni tako trden kot skrilavec, zato si plin lažje utre pot proti površju in niso potrebne tako velike količine vode in kemikalij kot pri lomljenju skrilavcev. Takšno metodo so v Petišovcih bolj ali manj uspešno uporabljali že pred desetletji. Pomirjujoče dejstvo za okoljevarstvenike je, da mora biti v Evropski uniji seznam uporabljenih kemikalijah javno

dostopen, kar pa za ZDA ne velja. Poleg tega se naftna podjetja v Evropski uniji ne morejo izogniti monitoringu, tako kot so se v Združenih državah.

Pridobivanje zemeljskega plina iz peščenjakov v Lendavi bi pomenilo konkurenco ruskemu plinu, ni pa za pričakovati, da bi cene plina zaradi tega upadle kot v Severni Ameriki, in sicer zaradi premajhne zaloge plina v Lendavi (Šalamun & Šimac, 2012; Šimac, 2012).

Če bo operacija v Lendavi uspešna, bo dobil Ascent kot plačilo delež pri pridobljenih ogljikovodikih, torej plinu. Do trenutka, ko je naložba poplačana, znaša ta delež 90%, nato pa 75%. Preostanek pripada slovenski družbi Geoenergo, katere lastnika sta Petrol in Nafta Lendava, vsak do polovice. Zaposlitev na polju bi lahko našlo nekaj ljudi iz lokalnega okolja, prav tako bi določene posle lahko pridobilo nekaj slovenskih podjetij (Šimac, 2013a).

Dokler se ponovno ne prične proizvodnja zemeljskega plina v Prekmurju, je Slovenija povsem odvisna od drugih virov. V letu 2012 je bilo 42% zemeljskega plina dobavljenega iz Rusije, 35% iz Avstrije, 16% iz Alžirije, 7% iz Italije in ostalo od drugod. Slovenija ima sicer ugodno geografsko lego, ki ji zagotavlja razpoložljiv dostop do virov zemeljskega plina v Severni Afriki, Rusiji in osrednji Aziji. Poleg tega ima dobavitelj zemeljskega plina v Sloveniji za porabo v zimskih mesecih zakupljena podzemna skladišča v Avstriji in na Hrvaškem. Zakupljene zmogljivosti pred zimo zadoščajo 1,5 kratni mesečni porabi vseh odjemalcev plina v Sloveniji (Javna agencija za energijo, b.l.; GIZ DZP, 2007).

3 NAPOVEDI ZA PRIHODNOST

Da bi se plin iz skrilavca učinkovito črpal tudi v preostalih delih sveta izven Severne Amerike, IEA (2014a) navaja naslednje dejavnike, ki jih je potrebno vzeti v obzir:

- **geologija:** dostop do visokokakovostnih geoloških podatkov je ključen, da se lahko prepozna potencialno dobre lokacije za vrtanje;
- **podjetja:** družbe, ki črpajo zemeljski plin iz skrilavca morajo imeti usposobljene in izkušene inženirje, dostop do dovolj velikega števila vrtin ter pomembne izkušnje z vrtanjem;
- **stroški:** proizvodnja je močno odvisna od kakovosti nahajališča zemeljskega plina, ker le-ta vpliva na višino proizvodnih stroškov v ZDA. Še vedno je preveč negotovosti, da bi zanesljivo vedeli, koliko bi tovrstna proizvodnja stala na lokacijah izven Severne Amerike;
- **država:** preden bi se država lotila proizvodnje zemeljskega plina iz skrilavca, bi morala oceniti, če obstaja notranji in zunanji trg za plin, ali bi bili lastniki zemljišč in krajevne skupnosti pripravljeni sprejeti vrtanje, če so bila vsa okoljska tveganja upoštevana in naslovljena, ali so primerni fiskalni in nadzorni okvirji v veljavi ter če obstaja ekonomičen način kako povezati vrtine z že obstoječim plinovodnim omrežjem.

Testne vrtnice v plasteh skrilavca so že bile izvedene v državah kot so Argentina, Kitajska, Mehika in Poljska, kar pojasni geološke značilnosti kamnine in pripomore k lažji oceni potenciala za proizvodnjo plina. Metan lahko po celini transportirajo le v plinastem stanju, torej so za gospodarno izkoriščanje plina potrebni plinovodi. Evropa je precej na slabšem od ZDA, ki razpolagajo z zelo razvejanim omrežjem, ki v nekaterih delih niti ni polno zasedeno.

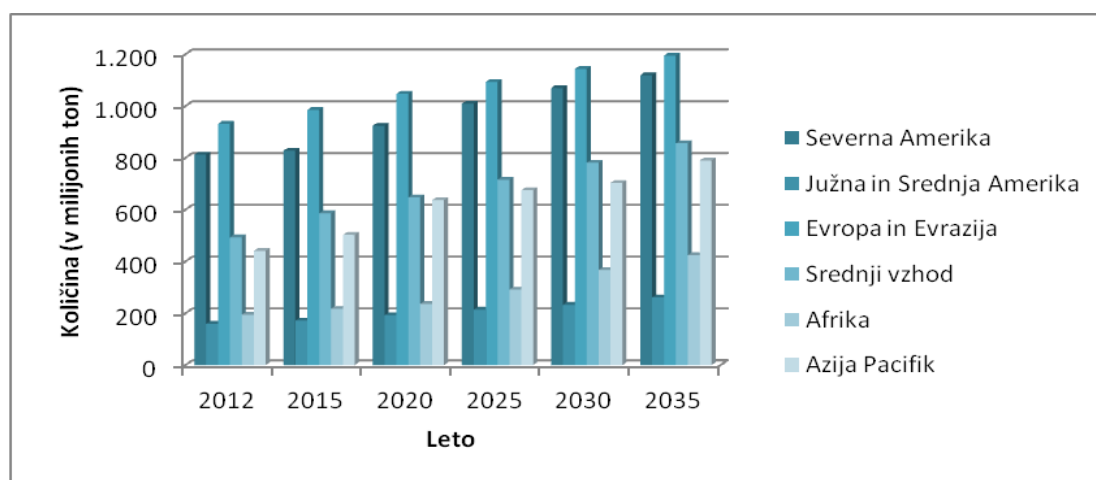
Izražen interes oziroma raziskovalne aktivnosti v formacijah skrilavca so izvedle že številne države kot so Alžirija, Argentina, Avstralija, Kitajska, Indija, Mehika, Poljska, Romunija, Rusija, Saudska Arabija, Turčija, Ukrajina in Združeno kraljestvo (EIA, 2013c, str. 12-13).

3.1 Napovedi uradnih inštitucij in plinskih družb

Družba BP (British Petroleum) je januarja 2014 izdala napoved o dogajanju na trgu zemeljskega plina do leta 2035. Povpraševanje po plinu se bo po njihovih napovedih do leta 2035 nadaljevalo z enakomerno letno rastjo 1,9% v vseh sektorjih in vseh regijah sveta. V državah OECD naj bi plin prehitel nafto kot prevladujoče gorivo do leta 2031 in dosegel 31% delež v primarnih virih energije. Zemeljski plin naj bi po drugi strani v državah izven OECD-ja zavzel tretje mesto, za premogom in nafto, kot 24% vir primarne energije do leta 2035.

Po napovedih naj bi imela proizvodnja plina iz skrilavca najhitrejšo rast (6,5% na leto), največjo količino proizvodnje plina pa naj bi zagotovili konvencionalni viri plina. Struktura proizvodnje plina po regijah naj bi se spreminjala, vendar bi vrstni red regij do leta 2035 ostal enak kot 2012, kar je razvidno iz Slike 12. Svetovna ponudba plina bi po pričakovanjih rasla z 1,9% letne stopnje, pri čemer bi plin iz skrilavca zagotovil skoraj polovico rasti. Večino, kar 73% rasti svetovne ponudbe plina, naj bi bile osredotočene v državah izven OECD-ja (80% te rasti bi prišlo iz virov, ki ni skrilavec). Rast ponudbe v državah OECD bi bila po napovedih zagotovljena izključno s plinom iz skrilavca (letna stopnja rasti 5,1%).

Slika 12: Napoved celotne proizvodnje zemeljskega plina po regijah do leta 2035 glede na 2012 v milijonih ton enakovrednih nafti



Vir: Energy outlook 2035 – Excel tables, 2014.

V svetovni dobavi zemeljskega plina iz skrilavca naj bi še naprej prevladovala Severna Amerika (99% ponudbe plina iz skrilavca do leta 2016 in 70% do leta 2035). Vendar naj bi se rast ponudbe plina iz skrilavca zunaj Severne Amerike pospeševala in bi do leta 2027 prevladala nad rastjo ponudbe Severne Amerike. Za rast ponudbe plina iz skrilavca zunaj Severne Amerike je najbolj obetajoča država Kitajska, ki bi predstavljala 13% rasti svetovne ponudbe plina iz skrilavca. Do leta 2035 bi ponudba omenjenega plina s strani Kitajske in Severne Amerike skupaj pomenila 81% celotne svetovne dobave plina iz skrilavca (BP, 2014, str. 52-55).

Kitajsko sicer na poti do pomembnega izkoriščanja plina iz skrilavca omejujeta pomanjkanje vodnih virov ter drugačna geofizična sestava kamnine kot v ZDA. Na Kitajskem živi petina svetovnega prebivalstva, vendar imajo na voljo le 7% svetovnih virov sladke vode. Ko so primerjali zemljevid potencialnih nahajališč plina iz skrilavca ter tip podnebja v teh krajih, so ugotovili, da 61% skrilavca na Kitajskem leži v regijah, kjer vlada suho podnebje. Avstralija, Rusija, Brazilija in Argentina, države z velikimi zalogami plina iz skrilavca, takoj za Kitajsko, posedujejo obilje vode oziroma samo nizko do srednjo ogroženost vodnih virov (Argentina).

Tudi črpanje plina je na Kitajskem, četudi z ameriško pomočjo, težje kot v ZDA. Razpoke v ameriškem skrilavcu se večinoma nahajajo v lahko dostopnih območjih v precej nizkih globinah in so tvorjene v kamnino, katero je precej lahko zlomiti za pridobivanje plina. Kitajski skrilavec se pogosto nahaja globlje, v neobljudenih območjih, in tvori kamnino, ki je odporna na ameriško tehniko lomljenja. Kitajska državna energetska administracija je še leta 2012 napovedovala, da bo država proizvedla 60 do 100 milijard kubičnih metrov plina iz skrilavca v letu 2020. Nedavno so napoved popravili, in sicer da bodo do leta 2020 proizvedli samo 30 milijard kubičnih metrov plina, kar bi zadostilo samo 1% kitajskim potrebam danes, kaj šele leta 2020. Zatorej ni tako presenečenje, da je leta 2014 Kitajska podpisala pogodbo z ruskim dobaviteljem plina za uvoz 38 milijard kubičnih metrov plina v obdobju naslednjih treh desetletij (Larson, 2014; China drastically reduces its ambitions to be a big shale-gas producer, 2014).

BP naprej napoveduje, da se bo svetovno trgovanje s plinom še naprej širilo, pri čemer bo Azija do leta 2026 prevzela vlogo Evrope kot glavna uvozna regija plina. Razlike v obetih za proizvodnjo plina iz nekonvencionalnih virov bodo oblikovale vzorce dobave v posameznih regijah sveta. Rast dobave plina iz skrilavca bi Severno Ameriko spreobrnila iz neto uvoznice plina v neto izvoznico plina v letu 2017. Domača proizvodnja plina v Evropi bi se zmanjšala za 1,4% do 2035, kljub povečanju proizvodnje iz nekonvencionalnih virov in kljub temu, da bi se povpraševanje po plinu v Evropi povečalo zgolj za 1%. Evropa bo vse bolj odvisna od uvoženega plina, še posebej od neto uvoza preko plinovodov, ki bodo zadostili 51% povpraševanja do 2035 v primerjavi s 35% povpraševanja danes. Kitajska naj bi po drugi strani uživala visoko rast v domači proizvodnji (5,7% na leto) v vseh virih ponudbe. Plin iz skrilavca bi največ pripomogel k rasti, pomembna količina katerega se bo pričela proizvajati po letu 2020. Kljub temu bi morala Kitajska zaradi rasti povpraševanja še vedno močno povečati uvoz plina tako preko plinovodov kot v obliki utekočinjenega zemeljskega plina.

Revolucija plina iz skrilavca v ZDA je dober primer, kako se energetske trgi prilagajajo razmeram na trgu. Proizvodnja plina iz skrilavca v ZDA naj bi rasla s 4,3% letno stopnjo med 2012 in 2035, s čimer bi ameriška produkcija plina narasla za 45%. Nekatere prilagoditve na energetskih trgih so že razvidne, druge se razvijajo skozi čas. Eden izmed prvih odzivov je bil na strani ponudbe. Zaradi relativno nizkih cen zemeljskega plina v ZDA se proizvajalci vedno bolj poslužujejo prilagodljive vrtalne opreme, s katero lahko lažje zamenjajo med proizvodnjo plina s proizvodnjo nafte, in se odločajo za večje osredotočenje na rast proizvodnje tekočin (nafte), dokler so cene plina tako nizke.

Na strani povpraševanja je dal plin iz skrilavca ameriškemu zemeljskemu plinu konkurenčno prednost v primerjavi z drugimi gorivi. Slednje je že razvidno v elektrogospodarstvu, kjer se vse več elektrike proizvede iz zemeljskega plina na račun premoga (0,5% letna rast plina), kljub hitremu širjenju obnovljivih virov energije. Plin naj bi po pričakovanjih pridobil tržni delež tudi v industrijskem sektorju, iz 39% v 2012 na 42% do 2035. Pričakuje se, da bo zemeljski plin prodril tudi v ameriški sektor transporta. Plin naj bi bil namreč gorivo z najhitrejšo rastjo v transportu (18% na leto), kjer celotno povpraševanje upada (-0,9% letno). Do 2035 naj bi plin zavzemal 8% goriva v sektorju transporta, pri čemer bi se skoraj izenačil z biogorivi.

Zemeljski plin iz skrilavca naj bi po napovedi BP popolnoma spremenil ameriški plinski trg s korenitim vplivom na svetovni trg utekočinjenega zemeljskega plina. ZDA naj bi se iz neto uvoznice plina prelevila v neto izvoznico leta 2017, kar bi prevetrilo strukturo držav dobaviteljic utekočinjenega plina. Avstralija naj bi prevzela mesto Katarju kot največja izvoznica utekočinjenega plina do 2019, čemur bi sledil ameriški prevzem drugega mesta Katarju v letu 2030. Afrika bi kot regija verjetno prevzela sedanjo vlogo Srednjega vzhoda. Povečana razpršenost ponudbe utekočinjenega zemeljskega plina bi podpirala globalizacijo plinskega trga.

ZDA bi po napovedih s proizvodnjo plina iz skrilavca ne samo presegla upad v proizvodnji iz konvencionalnih plinov, temveč bi pripomogla tudi k rasti povpraševanja in k premikom pri trgovanju. Ameriška domača proizvodnja plina je ponovno oživila s pomočjo tako imenovane revolucije plina iz skrilavca. Produkcija plina iz skrilavca naj bi v ZDA do leta 2029 presegla najvišjo raven proizvodnje iz konvencionalnih virov, kadarkoli doseženih v ZDA. Do 2035 bo po pričakovanjih proizvodnja zemeljskega plina iz skrilavca samo nekoliko manjša kot celotna ponudba ameriškega plina v letu 2012. Ponudba iz konvencionalnih virov plina upada hitreje, kot bi brez prisotnosti plina iz skrilavca, zemeljski plin pridobiva delež v raznih segmentih ameriških energetskih trgov v primerjavi z drugimi gorivi. Poleg tega plin iz ZDA pridobiva delež na mednarodnih trgih v primerjavi z drugimi dobavitelji. Vsi predvideni odzivi se bodo pojavljali ob različnih trenutkih. Najlažja in najhitrejša bo zamenjava plina na račun premoga pri proizvodnji elektrike, težji in počasnejši bo razvoj potrebne tehnologije in infrastrukture, da se plin prične masovno uporabljati v transportu (BP, 2014, str. 56-65).

Napovedi različnih inštitucij kot sta IEA (Mednarodna agencija za energijo) in EIA (Ameriška administracija za energetske informacije) ter družbe BP se nekoliko razlikujejo. Ocene inštitucij IEA in EIA so osnovane na različnih političnih scenarijih za energetiko, pri čemer nič ne sodijo o verjetnosti, ali se bodo ti scenariji uresničili. Družba BP je za razliko podala lastno sodbo in ocenila po njihovem mnenju najbolj verjeten trend v bodočih energetskih politikah posameznih držav. Politične predpostavke družbe BP so bliže predpostavkam IEA v scenariju novih politik, kjer določajo obete za povpraševanje na predpostavki, da bodo cilji javno objavljenih nacionalnih politik dejansko izvršeni. Medtem ko so izidi napovedi družbe BP bliže izidom IEA v primeru scenarija trenutno veljavnih politik ter EIA referenčnem primeru, slednji v napovedih (IEA in EIA) ne predvidevata političnih sprememb na področju energetike.

Še ena razlika med napovedmi je, da napoved družbe BP prikazuje večjo rast povpraševanja po energiji pri državah nečlanicah OECD, kot pa scenarij novih politik inštitucije IEA. Napoved BP prikazuje tudi večjo rast za fosilna goriva, še posebej premog. V ozadju razlik v napovedih so različni pogledi na obete hitro industrializirajočih gospodarstev, še posebej na hitrost, s katero lahko ta gospodarstva preidejo na energetske manj intenzivno rast gospodarstva (BP, 2014, str. 95). Glede na relativno dolgo obdobje, za katerega poskušajo inštitucije in družbe podati različne napovedi na področju energetike, je morda bolj smiselno podati oceno na podlagi najverjetnejših trendov energetskih politik na podlagi izkušenj ter mnenj strokovnjakov, kot zgolj podati oceno, kjer se pričakuje, da bo bodisi trenutna energetska politika ostala enaka 30 let bodisi da se na novo napovedane energetske politike ne bodo v 30 letih spremenile prav nič.

Ameriška administracija za energetske informacije medtem povzema, da večja produktivnost vrtin zemeljskega plina iz skrilavcev in peščenjakov povzroča pritisk na znižanje cen zemeljskega plina in tako spodbuja povečano domačo porabo plina in večji neto izvoz (tako preko cevovodov kot z čezmorskim prevozom utekočinjenega plina). Nižja uspešnost pri pridobivanju zemeljskega plina iz skrilavca v obstoječih vrtinah glede na dokazane zaloge v okolici vrtine pomeni višje stroške na enoto pridobljenega plina, kar vpliva na višje cene plina ter obratno. Povečana proizvodnja zemeljskega plina zaradi razvoja pridobivanja plina iz skrilavcev bo v ZDA po napovedih presegla rast porabe plina vse do konca opazovanega obdobja – leta 2040.

Isto poročilo napoveduje, da bi se neto izvoz zemeljskega plina v ZDA tako povečal iz enega odstotka glede na celotno porabo v letu 2020 na 12 odstotkov porabe v letu 2040. Proizvodnja zemeljskega plina v ZDA bi se povečala za 44% med leti 2011 in 2040, pri čemer bi zemeljski plin iz skrilavca največ pripomogel k povečanju proizvodnje. Njegova proizvodnja naj bi se povečala za 113% v enakem obdobju, kar bi pomenilo, da iz 34-odstotnega deleža v celotni proizvodnji zemeljskega plina naraste na 50-odstotni delež v 2040. Proizvodnja preostalih nekonvencionalnih virov zemeljskega plina kot sta plin iz peščenjakov in rudnikov premoga naj bi se prav tako povečala v tem obdobju, vendar ne tako opazno kot proizvodnja zemeljskega plina iz skrilavca (EIA, 2013a, str. 38-79).

Tabela 11: Napoved strukture virov primarne energije v porabi v ZDA

Vir primarne energije	Delež v porabi v letu 2011 (v %)	Delež v porabi v letu 2040 (v %)
Naftna in naftni proizvodi	36	32
Zemeljski plin	26	28
Premog	20	19
Obnovljivi viri energije	8	11
Jedrska energija	8	9
Tekoča biogoriva	1	2

Vir: EIA, *Annual energy outlook, 2013, str. 60.*

Tabela 11 vsebuje podatke o strukturi porabljenih primarnih virov energije v ZDA leta 2011 ter napoved za leto 2040. Ameriška administracija za energetske informacije napoveduje, da se bo delež zemeljskega plina in obnovljivih virov energije nekoliko povečal v porabi primarnih virov energije v ZDA, medtem ko se bo pomen nafte in naftnih proizvodov nekoliko zmanjšal. Kljub temu naj bi nafta in naftni derivati še vedno ohranili največji delež v porabi.

Mednarodna agencija za energijo je podala podobne napovedi glede prihodnosti plinskega trga kot Ameriška administracija za energetske informacije ter družba BP. V svojih napovedih je posvetila pozornost tudi poceni plinu na ameriškem trgu ter vprašanju, koliko časa bo plin v ZDA še tako poceni. V juniju 2012 je bila promptna trgovalna cena zemeljskega plina v ZDA 2,10 ameriških dolarjev na milijon britanskih termalnih enot, pri čemer je bila cena plina v Združenem kraljestvu 9,90 dolarjev, 12 dolarjev za utekočinjen zemeljski plin v Sredozemlju in 17,40 dolarjev za utekočinjen plin v severovzhodni Aziji.

Ob takšnih tržnih pogojih se je, nepresenetljivo, zanimanje za izvoz plina povečalo in načrtovano je večje število projektov za utekočinjenje plina, čeprav je samo eden izmed teh projektov do sedaj pridobil odobritev pristojnih organov za izvedbo. Kolikšne kapacitete za izvoz utekočinjenega zemeljskega plina se bo zgradilo in koliko plina se bo izvozilo, je odvisno od odobravanja novih izvoznih terminalov nadzornih inštitucij v ZDA in če se bodo obdržale regionalne razlike v cenah plina. Tako pri trenutnih cenah kot pri tistih, za katere se predvideva, da bodo obveljale leta 2020, bi bil izvoz utekočinjenega zemeljskega plina pri cenah Henry Hub dobičkonosen, še posebej za azijski trg, kjer bi ameriški utekočinjen plin spodkopaval prevladujoče cene v Aziji, ki so vezane na nafto.

Izvoz plina v Azijo bi lahko pomenil povišanje cen plina v ZDA. Mednarodna agencija napoveduje, da bo 93% zemeljskega plina, ki je proizveden v ZDA, ostal na voljo za domače povpraševanje. Cena plina se bo predvidoma povišala na 5,5 dolarjev na Mbtu leta 2020, predvsem na račun domače dinamike ponudbe in povpraševanja. Izvoz na ravni, kakršno napoveduje Mednarodna agencija, naj ne bi odigral velike vloge pri določanju cen zemeljskega plina v ZDA (IEA, 2012b, str. 129).

3.2 Dvom o pretirano optimističnih napovedih

Ameriški državni odbor za nafto je izdal poročilo za leto 2011, kjer je ocenjen potencial zalog zemeljskega plina in nafte v Severni Ameriki, ki naj bi pomagalo usmeriti primerne odločitve glede energetske politike in strategije ZDA. Še posebej so v poročilu raziskali potencial, ki bi ga lahko imel zemeljski plin na poti do ogljično manj intenzivne družbe ob hkratnem doseganju zaščite okolja, ekonomske rasti in energetske varnosti. Glavno sporočilo poročila je, da bi Severna Amerika s primerno energetsko politiko lahko postala ne le energetska neodvisna, temveč bi lahko pričela tudi izvažati zemeljski plin po celem svetu. Brooks (2011, str. 57) povzema glavne zaključke poročila glede zemeljskega plina in nafte ter njunega vpliva na bodočo ameriško energetiko na sledeč način:

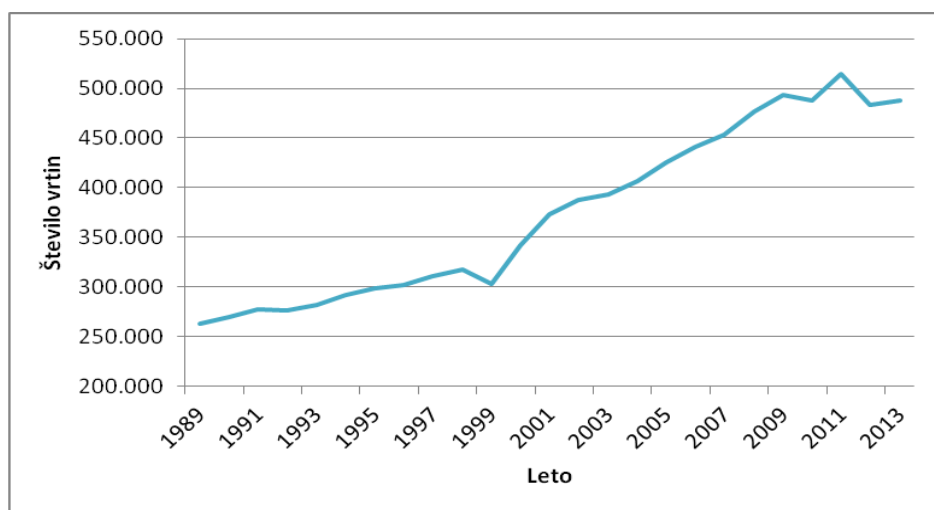
- potencialna zaloga zemeljskega plina v Severni Ameriki je veliko večja kot je bilo mišljeno le par let nazaj;
- tudi ameriška zaloga nafte se izkazuje, da je bolj obsežna, kot je bilo poprej mišljeno;
- Amerika potrebuje tovrstni zemeljski plin in nafto tudi, ko povečana učinkovitost zmanjša povpraševanje po energiji in ko alternativni viri energije postajajo ekonomsko bolj dosegljivi v večjem obsegu;
- uresničitev koristi zemeljskega plina in nafte je odvisna od okoljsko odgovornega razvoja.

Omenjeni sklepi poročila so osnovani na analizi večih tržnih obetov in napovedi, pripravljenih s strani ameriških raziskovalcev. Po vključitvi teh študij poročilo oblikuje optimistične poglede na prihodnost severnoameriškega trga zemeljskega plina in zatrjuje, da se obsežne domače zaloge zemeljskega plina iz skrilavca lahko izkoriščajo, pri čemer bi cene surovin ostale nizke.

Zaradi vpliva plina iz skrilavca na severnoameriški trg zemeljskega plina je optimizem lahko upravičen. Vendar pa v poročilu manjka razprava o cenah zemeljskega plina in kritikah učinkovitosti proizvodnje vrtin ter zalog zemeljskega plina iz skrilavca. Dvumov o obstoju zalog zemeljskega plina iz skrilavca in zmožnosti tehnologije, da ta vir pridobiva, ni več. Potrebno pa bi bilo opraviti več analiz o sami ekonomičnosti polj zemeljskega plina iz skrilavca.

Najbolj pomembno vprašanje za prihodnost pridobivanja plina iz skrilavcev je, koliko časa bo industrija hotela oziroma lahko prenašala tekmovanje cen med konvencionalnimi viri zemeljskega plina in med zemeljskim plinom iz skrilavca, ki pritiska celotne cene zemeljskega plina navzdol in s tem tudi dobičkonosnost proizvajalcev. Iz Slike 13 je razvidno, da število obratujočih vrtin zemeljskega plina v ZDA še vedno narašča, vendar se v zadnjih letih umirja. Izmed 33 zveznih držav ZDA, kjer se proizvaja zemeljski plin, jih je v letu 2013 približno polovica beležila manjše število obratujočih vrtin kot v letu 2012.

Slika 13: Število obratujočih vrtin zemeljskega plina v ZDA v obdobju med 1989 in 2013



Vir: EIA, *Number of producing gas wells, 2014c.*

Optimizem omenjenega poročila je verjetno prezgoden, saj bo težko doseči obete o močni rasti proizvodnje zemeljskega plina, hkrati pa vzdrževati nizke cene, brez da bi povzročili resno finančno škodo proizvajajočim podjetjem. Nedavne združitve in prevzemi proizvodnih podjetij nakazujejo, da so nekateri igralci z zemeljskim plinom iz skrilavca že dosegli mejo svojih finančnih resursov in da so prisiljeni v prodajo podjetja. Medtem ko nekateri trdijo, da naj bi bili tovrstni posli potrditev uspeha revolucije plina iz skrilavcev, so dejansko lahko pokazatelji šibkosti poslovnih modelov teh podjetij.

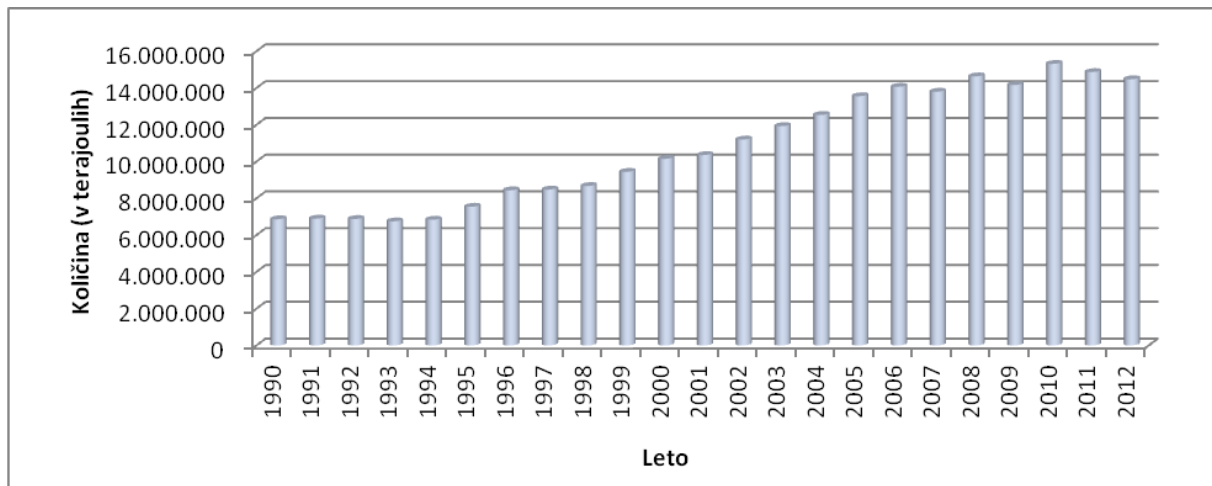
Poročilo je prezrlo dinamiko ponudbe in povpraševanja, ki trenutno določa cene zemeljskega plina na ravneh, ki so močno pod pravimi ekonomskimi stroški razvoja proizvodnje zemeljskega plina iz zalog skrilavcev. Dokler so proizvajalci plina pripravljeni subvencionirati potrošnike na račun delničarjev, bo proizvodnja še naprej naraščala in dobičkonosnost bo omejena. Dokler se ta enačba ne spremeni, si je težko predstavljati kako bi lahko izkoriščali obilne zaloge zemeljskega plina iz skrilavcev v Severni Ameriki na vzdržljivi in dobičkonosni osnovi. Na določeni točki bo omenjena dinamika diktirala višje cene zemeljskega plina. Medtem ko bodo s povišanjem cen pridobili proizvajalci zemeljskega plina, bodo hkrati trpeli potrošniki, ki so bili prepričani o poceni in obsežnih zalogah plina, ki naj bi se obdržale še dolgo časa. Višje cene plina bodo omejile rast povpraševanja po plinu. Zaradi ignoriranja tržne dinamike, cen zemeljskega plina in ekonomike vrtin, bi poročilo Ameriškega državnega odbora za nafto lahko usmerilo ZDA in Kanado v napačno strateško smer v energetske politiki (Brooks, 2011, str. 57-61).

3.3 Energetska neodvisnost kot motiv za proizvodnjo plina iz skrilavca

Evropska unija je energetske odvisna skupnost. Količina uvoženega zemeljskega plina se vsako leto povečuje (glej Sliko 14), le zadnja leta se je ustalila, glavni vzrok za to je moč poiskati v manjši ekonomski aktivnosti v Evropi. V obdobju od leta 2006 do leta 2010 je EU

uvozila 62% vseh svojih energetskih potreb po zemeljskem plinu, v primerjavi z 48% leta 1999. Do povečanja odvisnosti prihaja zaradi zmanjšanja lastne proizvodnje plina v EU za 25% v zadnjem desetletju, medtem ko se je celotna potrošnja zemeljskega plina v EU povečala za 10%. Zemeljski plin je povečal svoj delež med uporabljenimi energenti v EU, in sicer iz 20% leta 1995 na 25% leta 2010. Njegov delež bo verjetno še bolj narasel zaradi relativno nizkih emisij CO₂ in kot rezervni vir energije za proizvodnjo elektrike zaradi nestanovitnih obnovljivih virov energije.

Slika 14: Uvoz zemeljskega plina v EU-28 v terajoulih med letoma 1990 in 2012



Vir: Eurostat, Energy trends, 2014a.

Glavni dejavnik, ki ogroža varno preskrbo z zemeljskim plinom v EU je omejeno število dobaviteljev plina, kot tudi tveganje prekinitev v dobavi zaradi političnih sporov. Nedavni rusko-ukrajinski spor glede zalog in cen plina ter dolgov je ogrozil dobavo plina številnim evropskim državam, ki uvažajo ruski plin preko Ukrajine. Januarja 2009 je tako kar 18 evropskih držav poročalo o pomembnem zmanjšanju ali celotni prekinitvi dobave plina.

Iz Tabele 12 lahko razberemo, da je Rusija največja dobaviteljica plina v EU (32%), sledijo ji Norveška (31%), Alžirija (14%), Katar (8%) in druge države (15%). Uvozna odvisnost od Rusije in Alžirije se je zmanjšala med leti 2002 in 2012, rahlo povečala v naslovu do Norveške in pomembno povečala do Katarja. Mnoge države članice, med njimi so na primer Slovenija, Francija, Grčija in Belgija, uvozijo ves oziroma skoraj ves zemeljski plin, ki ga porabijo. Kar 8 držav uvažata plin zgolj iz ene države dobaviteljice, pri čemer je Rusija edina dobaviteljica plina šestim državam članicam. Zgolj Danska in Nizozemska sta izvoznici plina, medtem ko Združeno kraljestvo in Romunija proizvajata lasten plin, ki zadostuje približno 75% potreb po plinu v njunih državah (European Commission, 2013, str. 14-16).

Tabela 12: Poreklo uvoza zemeljskega plina v Evropo iz držav zunaj EU-28 v odstotkih

Država	2002	2007	2012
Rusija	45,2	38,7	32,0
Norveška	26,1	28,1	31,3
Alžirija	21,1	15,3	13,5
Katar	0,9	2,2	8,4
Nigerija	2,2	4,6	3,6
Libija	0,3	3,0	1,9
Trinidad in Tobago	0,2	0,8	0,9
Peru	0,0	0,0	0,8
Egipt	0,0	1,7	0,6
Drugi	4,1	5,5	7,1

Vir: Eurostat, Energy production and imports, 2014b.

Če je za ZDA neprijetna energetska odvisnost od Bližnjega vzhoda, je za države Evropske unije tvegana odvisnost od Rusije, saj kar tretjino svojega plina uvozijo iz te države. Poljska odvisnost je v primerjavi s povprečjem EU še večja, saj iz tujine uvozi 63 odstotkov vsega plina, skoraj ves uvoženi plin pa prihaja iz Rusije. Zato niti ne preseneča, da je največ koncesij tujim naftnim družbam za raziskovanje in pridobivanje zemeljskega plina iz skrilavca v Evropi podelila ravno Poljska. Za nekatere države članice je metoda hidravličnega lomljenja preveč sporna, zato so jo do nadaljnjega kar prepovedali – na primer v Franciji in Bolgariji. Poljska pa se je očitno odločila, da si bo z vsemi sredstvi prizadevala za energetska neodvisnost, še zlasti ker so pri Ameriški agenciji za energijo objavili, da ima s 5,3 bilijona kubičnih metrov morda največje zaloge zemeljskega plina v Evropi. To bi lahko zadostilo poljskim potrebam za naslednjih 300 let. V zadnjem času se je navdušenje sicer malo poleglo - pri naftnih družbah, ki so pohitele z raziskovanji, zdaj pravijo, da so poljske zaloge verjetno manjše, kakor so doslej domnevali, črpanje pa bo zaradi drugačnih geoloških razmer trikrat dražje od ameriškega.

Po drugi strani pa so evropske cene plina približno petkrat višje od ameriških in če k temu prištejemo še zgodovinske in geostrateške razloge za energetska samostojnost, je jasno, da bo vsaj Poljska raziskovala naprej. Če so lahko Američani razvili metode, s katerimi pridobivajo plin tam, kjer je bilo to še pred nekaj leti nemogoče, v Varšavi upajo, da bodo lahko revolucionarne ameriške tehnologije prilagodili evropskim razmeram.

V tem upanju niso osamljeni, tudi Kitajci so navdušeni nad možnostjo večje lastne proizvodnje energije in tudi tam se ameriška tehnologija zaradi drugačne geologije še ni kaj prida izkazala. Raziskave plina iz skrilavcev zdaj dovoljuje tudi Velika Britanija.

Zemeljski plin iz skrilavca pa že podira temeljno energetska enačbo druge polovice dvajsetega stoletja, ki je domnevala, da je 80 odstotkov fosilne energije skritih v državah OPEC-a in Rusiji, 10 odstotkov pa v državah OECD in na Kitajskem. Nekateri opazovalci se

že sprašujejo, ali se bo v prihodnosti Američanom sploh še splačalo varovati oceanske poti, če jim ne bo več treba tovoriti fosilnih goriv z Bližnjega vzhoda. Ko gre za energetska varnost, bo morala Evropa očitno razmisliti še o marsičem drugem kot o ekoloških posledicah novih tehnologij. Te še vedno zbujejo zaskrbljenost, zagovorniki novih tehnologij pa zatrjujejo, da jih je mogoče nadzorovati (Kramžar, 2012; Šalamun et al., 2012).

3.4 Ogroženost razvoja obnovljivih virov energije

Prihodnost obnovljivih virov energije naj ne bi bila ogrožena zaradi odkrivanja novih najdišč fosilnih goriv in od novih tehnologij, saj bodo morali dolgoročno nadomestiti zdajšnje fosilne energente v celoti. Dodatno odkrite zaloge bodo le nekoliko podaljšale čas in dinamiko tega prehoda. Države ki imajo možnost pridobivanja fosilnih goriv, bodo to zelo verjetno izkoristile, če jim bo Evropska unija to dovolila. In če bo tudi Evropa začela aktivneje razvijati tehnologije za nekonvencionalno pridobivanje plina in nafte, bodo subvencije za obnovljive vire verjetno nižje. To pomeni, da bi bilo tudi naložb vanje manj.

Kljub temu se nad obnovljive vire ne zgrinjajo temni oblaki. Evropa za zdaj vztraja pri načrtanih ciljih, med drugim pri 20-odstotnem deležu energije iz obnovljivih virov v končni porabi energije. Nekatere evropske države, na primer Nemčija in Danska, prisegajo, da je dolgoročno edina prava in smiselna pot uporaba obnovljivih virov. Zelo verjetno bodo ohranile določeno raven naložb, zato se nam jih bo še vedno splačalo uporabljati. Možnost scenarija, da čez nekaj let v ceni med njimi in klasičnimi viri energije ne bo večje razlike, je zato vse večja. EU še ni spremenila direktiv, ki vodijo k učinkoviti rabi energije in večji uporabi obnovljivih virov. To pomeni, da bomo imeli v Evropi v prihodnjih 15 do 20 letih vendarle nekatere tehnologije za uporabo obnovljivih virov energije (predvsem vetrna energija), ki bodo konkurenčne tistim za uporabo fosilnih goriv.

Z gotovostjo pa lahko sklepamo, da je teorija o skorajšnjem izčrpanju svetovnih zalog nafte in plina na trhlih nogah. Majejo jo odkritja novih velikih najdišč v srednji Aziji, Južni Ameriki, Afriki, severni Evropi in pod Arktiko ter vedno nove (nekonvencionalne) tehnologije črpanja teh fosilnih goriv. Naftni velikani tako napovedujejo, da bodo v nove tehnologije in postopke vrtanja do leta 2035 vložili okoli 15 tisoč milijard evrov, po napovedih Mednarodne agencije za energijo pa bo do takrat svetovna konvencionalna proizvodnja nafte 97,1 milijona, nekonvencionalna pa okoli 14,6 milijona sodov na dan. Podobno razmerje med konvencionalnimi in nekonvencionalnimi viri naj bi bilo tudi na področju plina (Šalamun et al., 2012).

3.5 Plin iz skrilavca kot borzni mehurček

Vedno več statističnih podatkov in strokovnjakov trdi, da je proizvodnja zemeljskega plina iz skrilavca nevzdržna. Kvaliteta nahajališč plina je lahko popolnoma različna, kar pomeni koncentracijo vrtnin na tako imenovanih vročih točkah. Kvalitetna nahajališča naj bi bila redka.

80% proizvodnje zemeljskega plina iz skrilavca v ZDA se proizvede na le petih nahajališčih, saj so mnoga na robu izčrpanosti. Največja težava je namreč visoka stopnja izpraznitve vrtin.

Vrtine na največjih nahajališčih v državi imajo povprečno stopnjo izpraznitve vrtine 69% v prvem letu črpanja in 94% v petih letih od začetka črpanja. Podjetja morajo zagnati vedno več vrtin, da vzdržujejo enako raven proizvodnje in to pogosto ni dovolj. Leta 2008 je bil dobiček industrije zemeljskega plina iz skrilavca v mestu Fort Worth, Teksas 50 milijonov dolarjev pri 44 vrtinah. Leta 2012 se je dobiček zmanjšal na 23 milijonov dolarjev pri 397 vrtinah. Ob tem se je potrebno zavedati, da je industrija pričela izkoriščati najbolj optimalna nahajališča. Tako kaže, da dolgoročna stabilna ponudba zemeljskega plina ni realna (Malo, 2013).

Leta 2012 so proizvajalci zemeljskega plina iz skrilavca odpisali skoraj polovico tako imenovanih dokazanih zalog plina iz skrilavca (med njimi Chesapeake, Southwestern Energy ter druge korporacije) zaradi nizke produktivnosti vrtin. Nekateri analitiki so ocenili, da so bile ocene zalog zemeljskega plina pretirane vsaj za 100%. Veliki odpisi zalog s strani proizvajalcev plina v zadnjih letih podpirajo to oceno. Pomembni odpisi zalog postavljajo velik vprašaj dejanski pridobljivosti ocenjenih zalog v celotnih ZDA (Patrick, 2013).

Celo Ameriška vladna administracija za energetske informiranje ugotavlja, da so ocene zalog zemeljskega plina in nafte iz skrilavca močno negotove in tako bo ostalo, dokler ne bodo izčrpno testirane s proizvodnimi vrtinami. Interni dokument omenjene Administracije ugotavlja, da so proizvodna podjetja pretiravala z izjavami o dobičkonosnosti vrtin zemeljskega plina iz skrilavcev s poudarjanjem zmogljivosti le najbolj produktivnih vrtin in z uporabo pretirano optimističnih modelov za projekcijo produktivnosti skozi desetletja. Še februarja 2013 je Administracija opozorila, da se pričakuje, da bodo upadajoči donosi obsega in izpraznitev visoko produktivnih vročih točk navsezadnje upočasnili stopnjo rasti nekonvencionalnih virov zemeljskega plina.

Poročilo skupine evropskih znanstvenikov Energy Watch Group izdano marca 2013 napoveduje, da bo proizvodnja zemeljskega plina iz skrilavca najverjetneje dosegla višek leta 2015. Obeti za proizvodnjo plina iz skrilavcev izven ZDA so neprimerljivi z dosedanjim izkupičkom v ZDA, saj so geološki, geografski in industrijski pogoji veliko manj ugodni. Posledično napovedujejo, da bodo svetovne cene zemeljskega plina prej naraščale, kot pa sledile začetnemu trendu v ZDA (Nafeez, 2013).

Zaradi pretiranih ocen zalog zemeljskega plina iz skrilavca je pridobilo korist več akterjev. Podeljenih je bilo več licenc izvoznikom zemeljskega plina. Ideja vladajočih v ZDA je, da v kolikor bi se uresničil hiter razvoj proizvodnje zemeljskega plina iz skrilavca, bi ZDA postala izvoznica utekočinjenega zemeljskega plina in s tem zmanjšala pomembnost Rusije na svetovnem trgu plina. Ena izmed ameriških univerz je izdala pretirano optimistične projekcije v poročilu glede ekonomskega vpliva proizvodnje plina iz skrilavcev v zvezni državi Pensilvanija, ki je bilo plačano s strani industrije, višina zneska (niti samo financiranje) pa ni

bilo razkrito v poročilu. Ko je to postalo znano, je dekan popravil poročilo s številnimi popravki v projekcijah in ustrezno označil vir financiranja poročila (Patrick, 2013).

Od umetno ustvarjene mrzlice zemeljskega plina iz skrilavca so zaenkrat največ pridobile investicijske banke ameriškega Wall Streeta, ki so tudi glavne protagonistke proizvodnje plina iz skrilavca. Investicijske banke naj bi bile delno odgovorne za velik upad cen zemeljskega plina, saj ustvarjajo pritisk na podjetja, da proizvedejo velike količine plina s čimer ohranjajo visoko ceno delnic, saj s tem dosegajo proizvodne cilje, ki so jih napovedali finančni analitiki teh bank. Presežek proizvodnje zemeljskega plina vodi do cen plina, ki so nižje od proizvodne cene. Investicijske banke profitirajo s tem trendom skozi razne transakcijske stroške, ki jih zaračunajo. V letu 2011 so bile združitve in prevzemi v industriji zemeljskega plina iz skrilavca vredni 46,5 milijard dolarjev, kar je bil eden izmed najbolj pomembnih centrov dobička za nekatere investicijske banke.

Zemeljski plin prav tako ni trajnosten oziroma dobičkonosen zaradi nizke vrednosti kazalca EROEI (proizvedena energija glede na vloženo energijo), ki pove, koliko energije je potrebno, da se proizvede energijo. Omenjeni kazalec za nafto je padel iz 100:1 v 20. letih 20. stoletja na 20:1 danes. Kazalec znaša 10:1 za zemeljski plin, pri čemer je za nafto iz katranskega peska 5:1 ter le med 3 in 5 proti 1 za zemeljski plin iz skrilavca. Zaradi nizke dobičkonosnosti nekateri proizvajalci ne morejo prodati niti svojih nahajališč zemeljskega plina iz skrilavca in bankrotirajo, tako kot je na primer podjetje Norse Energy. V Severni Dakoti je industrija zemeljskega plina iz skrilavca opustila načrt zgraditve plinovoda za prenos plina iz skrilavca. To je zgovoren podatek, saj je zgraditev cevovoda draga investicija in mora prenašati konsistenten pretok nafte ali plina, da se investicija postavitve plinovoda povrne. Opustitev zgraditve lahko pomeni, da industrija ni tako prepričana o dolgoročni izvedljivosti nahajališča.

V industriji zemeljskega plina iz skrilavca podjetja pogosto privatizirajo dobičke in socializirajo stroške. Leta 2012 so v teksaškem oddelku za promet pojasnili, da bo popravilo cest, poškodovanih zaradi vrtnih aktivnosti, stalo najmanj 2 milijardi ameriških dolarjev, pri čemer ni upoštevan strošek popravila avtocest. Decembra 2012 je določena bolnišnica v Pensilvaniji dosegla prvo operativno izgubo po petih letih zaradi navala delavcev na vrtnah zemeljskega plina. Veliko pogodbenih podjetij namreč ne omogoča zdravstvenega zavarovanja svojim zaposlenim. Dobički industrije plina iz skrilavca zaenkrat ostajajo v žepih redkih družb, medtem ko posledice na okolje čuti vse več prebivalcev ZDA (Malo, 2013).

Zemeljski plin je zanimivo gorivo, katerega privlačnost narašča zaradi njegovega čistejšega izgorevanja v primerjavi z nafto ali premogom in zaradi njegove cenovne prednosti, na energetske enakovredni osnovi, v primerjavi z nafto. Analize napovedujejo pomembno prihodnjo rast v porabi zemeljskega plina po svetu in rast pri trgovanju s plinom. Da bi zadostili bodočemu povpraševanju, se vlaga ogromno investicij, da bi nekonvencionalen plin došel do svetovnih trgov.

Sedanji trendi napovedujejo, da bo zemeljski plin postopoma postal svetovna dobrina z enovitim svetovnim trgom tako kot nafta, popravljenim za razlike v transportu. Svetovni trg zemeljskega plina je neizogiben in, ko se bo to zgodilo, bo nastal pritisk k svetovni ceni zemeljskega plina, kot je tako z nafto dandanes in nazadnje bo cena nafte in zemeljskega plina dosegla globalno enakovrednost na osnovi vsebnosti energije (Speight, 2013, str. 21).

SKLEP

Energija je kot krvni obtok naše družbe. Dobrobit ljudi, okolja, industrije in gospodarstva je odvisna od varne, gotove, trajnostne in cenovno dostopne energije. Zemeljski plin je vse bolj pomemben vir energije, obdobje naslednjih desetletij naj bi bilo po napovedih označeno kot zlata doba zemeljskega plina. Velja za energetsko najučinkovitejše in ekološko najprimernejše fosilno gorivo. Uporablja se ga za vrsto namenov, kot je ogrevanje domov, kot pogonsko gorivo v transportnem sektorju, v proizvodnji električne energije in v proizvodnih procesih v raznih industrijah. Ker ga je moč skladiščiti, je primeren tudi kot rezervni vir energije, ko je proizvodnja iz obnovljivih virov energije prehodno nizka. Transport tega energenta po plinovodih razbremenuje cestni in železniški promet, ter ne povzroča hrupa. V tretjem tisočletju smo priča razcvetu pridobivanja zemeljskega plina iz nekonvencionalnih virov, kjer gre za enak energent kot pri konvencionalnih virih, razlika je le v prepustnosti ter v manjši meri tudi poroznosti kamnine oziroma načinu pridobivanja.

Izmed vseh nekonvencionalnih virov je izkoriščanje zemeljskega plina iz skrilavca poželo največ zanimanja, saj se je njegova proizvodnja v ZDA povečala za izjemen faktor v obdobju zadnjega desetletja, in v letu 2010 predstavlja približno 20% celotne proizvodnje zemeljskega plina v ZDA, medtem ko je bil ta delež manjši od 1% leta 2000. Poleg tega plin iz skrilavca predstavlja največji del zaloga nekonvencionalnih plinov – kar 61%. Pri tem se napoveduje, da bo imel zemeljski plin iz skrilavca največji delež v celotni proizvodnji zemeljskega plina iz nekonvencionalnih plinov v ZDA, in sicer 46% do leta 2035. Dejavniki, ki so v zadnjih letih prispevali k ekonomski upravičenosti proizvodnje zemeljskega plina iz skrilavca, so napredek tehnologije za vodoravno vrtanje, izboljšanje postopka hidravličnega lomljenja ter naglo povišanje cen zemeljskega plina v začetku tretjega tisočletja.

Dramatičen razcvet proizvodnje zemeljskega plina iz nekonvencionalnega vira kot je skrilavec je imelo številne lokalne in globalne posledice, tako da se je o njem pričelo govoriti kot o naslednji energetski revoluciji. Cena plina v ZDA je zgodovinsko nizka, če jo primerjamo glede na druge energente, kot je nafta, ter glede na ceno plina v drugih regijah sveta. Nizka cena plina v ZDA ustvarja dodaten pritisk k ukinitvi tradicionalne pogodbene povezave med ceno nafte in ceno zemeljskega plina. Ameriško gospodarstvo je doživelo zagon z novimi delovnimi mesti, prihodki energetskih podjetij, lastnikov zemlje ter države z davčnimi prihodki. Ameriška proizvodnja pridobiva nove investicije s strani kemičnih podjetij, ki zopet pridobivajo konkurenčnost v primerjavi s tekmeci v tujini. ZDA naj bi v nekaj letih postale energetsko neodvisne na področju zemeljskega plina ter postale celo neto

izvoznica plina, kar nikakor ni voda na mlin tradicionalnim izvoznicam, državam z obilnimi zalogami plina na Srednjem vzhodu, v Rusiji in državah Kaspijskega jezera.

V prvem desetletju tretjega tisočletja je bilo morda še moč govoriti o zemeljskem plinu iz skrilavca kot o novi energetske revoluciji. Sedaj, ko je minilo dovolj časa od začetka neverjetne rasti proizvodnje, pa se celotna slika umirja, saj so povprečna nizka produktivnost vrtin, rekordno nizka cena zemeljskega plina v ZDA ter akademske raziskave in izkušnje vpletenih lokalnih prebivalcev nakazale, da nov tehnološki napredek ne žanje le koristi za gospodarstvo in energetske neodvisnosti držav, temveč tudi marsikatero nevarnost za okolje, potrošnike in tudi vpletena naftna in plinska podjetja. Največ polemik je na področju vpliva črpanja plina iz skrilavca na okolje, kjer nekateri prebivalci, neodvisne inštitucije in avtorji beležijo številne negativne in resne posledice v obliki zemeljskega odtisa, območnih potresov, vpliva na kakovost vode in zraka, medtem ko skušajo energetska podjetja ter nekatere vlade zmanjševati obsežnost posledic črpanja plina iz skrilavca oziroma jih upravičevati kot nujno zlo za doseg večje energetske neodvisnosti.

Glede na do sedaj pridobljeno znanje je prezgodaj govoriti o energetske revoluciji, saj obstaja še veliko nejasnosti glede prihodnjega razvoja in dejavnikov, ki vplivajo nanj. Niti ni popolnoma nemogoče, da gre pri zemeljskem plinu iz skrilavca za (morda načrtno) prepotenciranje njegovega bodočega pomena glede na sedaj znane podatke in opravljene raziskave. Kot zlata mrzlica v 19. stoletju se ameriški razvoj zemeljskega plina iz skrilavca izkazuje kot omejena in regionalna tržna priložnost, katero bo težko ponoviti v preostalih državah, kar z bridkostjo ugotavljata državi kot sta Kitajska in Poljska. Drugačna geofizična sestava skrilavca, slabša plinovodna infrastruktura ter visoki finančni in okoljevarstveni stroški hidravličnega lomljenja nakazujejo Evropi, da naj pozabi kakršnekoli sanje o ponovitvi razcveta proizvodnje plina iz skrilavca v ZDA.

Plin iz skrilavca je predvsem nova priložnost, ki se jo lahko poleg drugih možnosti, kot so obnovljivi viri energije ter energetska učinkovitost, izrabi pri določanju mešanice ukrepov v okviru nacionalne energetske strategije. Ponuja tudi opomin državam, ki so bile tradicionalno bogate s primarnimi viri energije, da morda ni pametno staviti razvoj nacionalnega gospodarstva le na izkoriščanje že prisotnih naravnih virov.

Zemeljski plin se poudarja kot most med sedanjim obdobjem nadvlade fosilnih goriv do dobe brezogljične družbe. Da bo plin iz skrilavca lahko del tega mostu, te premostitve, bo potrebno s strani naftne in plinske industrije ter tudi regulatornih organov pokazati dovolj občutka za odgovornost do okolja in prebivalcev, predvsem v obliki dovoljšnjih analiz, nadzora ter previdnosti. Sicer lahko z brezobzirnostjo kot tudi z nepremišljenim hitenjem v brezogljično družbo naredimo nepopravljivo škodo našim zanamcem.

LITERATURA IN VIRI

1. Agencija za sodelovanje energetske regulatorjev (b.l.). Prizadevanja za notranji energetski trg v korist vseh porabnikov EU! Najdeno 15. decembra 2014 na spletnem naslovu http://www.acer.europa.eu/Official_documents/Acts_of_the_Agency/Publication/ACER%20corporate%20brochure%20in%20Slovene.pdf
2. Badida, J. (2013, 17. april). A golden age for natural gas in Europe? Najdeno 22. decembra 2014 na spletnem naslovu http://ensec.org/index.php?option=com_content&view=article&id=440:a-golden-age-of-natural-gas-in-europe&catid=135:issue-content&Itemid=419
3. Binnion, M. (2012). How the technical differences between shale gas and conventional gas lead to a new business model being required to be successful. *Marine and Petroleum Geology*, 31, 3-7.
4. Bocora, J. (2012). Global prospects for the development of unconventional gas. *Procedia*, 65, 436-442.
5. British Petroleum (2013). Energy outlook 2030. Najdeno 17. avgusta 2014 na spletnem naslovu http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/statistical-review/EnergyOutlook2030/BP_Energy_Outlook_2030_Booklet_2013.pdf
6. British Petroleum (2014). Energy outlook 2035. Najdeno 6. oktobra 2014 na spletnem naslovu http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/Energy-economics/Energy-Outlook/Energy_Outlook_2035_booklet.pdf
7. Brooks, A. (2012). Optimistic NPC report could point US energy strategy in wrong direction. *Energy strategy reviews*, 1(1), 57-61.
8. Brstovšek, A. (2014, 12. avgust). Dileme zemeljskega plina iz skrilavcev. *Dnevnik*. Najdeno 3. oktobra 2014 na spletni strani <http://www.dnevnik.si/svet/dileme-zemeljskega-plina-iz-skrilavcev>
9. *China drastically reduces its ambitions to be a big shale-gas producer*. Najdeno 6. oktobra 2014 na spletnem naslovu <http://www.economist.com/news/business/21614187-china-drastically-reduces-its-ambitions-be-big-shale-gas-producer-shale-game>
10. Corbeau, A.S., Volk, D., Sinton, J., Jaing, J., Teng, T., Boshu, L., & Fen, Y. (2012). *Gas pricing and regulation. China's challenges and IEA experience*. Paris: International Energy Agency.
11. Crawford, T. (2013, 25. april). Hydraulic fracturing: What is hydraulic fracturing? *Green plug district*. Najdeno 30. septembra 2014 na spletnem naslovu <http://greenplug.nu/hydraulic-fracturing-what-is-hydraulic-fracturing/>
12. Dobb, E. (2013, marec). Nova naftna mrzlica. *National Geographic Slovenija*, str. 24-55.

13. Drohan, P.J., Brittingham, M., & Bishop, J. (2012). Early trends in landcover change and forest fragmentation due to shale-gas development in Pennsylvania: A potential outcome for the nortcentral Appalachians. *Environmental management*, 49, 1061-1075.
14. Duraj, M. (2011). Legal aspects of the hydraulic fracturing method. *The Wroclaw Review*, 1:2, 109-120.
15. EIA (2013a). Annual energy outlook 2013 with projections to 2040. Washington: EIA.
16. EIA (2013b). International Energy Outlook 2013. Washington: EIA.
17. EIA (2013c). *Technically recoverable shale oil and shale gas resources: An assessment of 137 shale formations in 41 countries outside the United States*. Washington: EIA.
18. EIA (2014a). Natural gas prices. Najdeno 28. decembra 2014 na spletnem naslovu http://www.eia.gov/dnav/ng/ng_pri_sum_dcu_nus_a.htm
19. EIA (2014b). Natural gas summary. Najdeno 28. decembra 2014 na spletnem naslovu http://www.eia.gov/dnav/ng/ng_sum_lsum_dcu_nus_a.htm
20. EIA (2014c). Number of producing gas wells. Najdeno 28. decembra 2014 na spletnem naslovu http://www.eia.gov/dnav/ng/ng_prod_wells_s1_a.htm
21. Energy from shale (b.l.). How hydraulic fracturing works. Najdeno 8. septembra 2014 na spletnem naslovu <http://www.energyfromshale.org/hydraulic-fracturing/how-hydraulic-fracturing-works>
22. *Energy outlook 2035 – Excel tables*. Najdeno 6. oktobra 2014 na spletnem naslovu <http://www.bp.com/en/global/corporate/about-bp/energy-economics/energy-outlook.html>
23. EPA (2014). Natural gas extraction – hydraulic fracturing. Najdeno 2. oktobra 2014 na spletnem naslovu <http://www2.epa.gov/hydraulicfracturing>
24. European Commission. (2011). *Energy 2020. A strategy for competitive, sustainable and secure energy*. Luxembourg: Publications office of the European Union.
25. European Commission. (2013, april). *European economy. Member states' energy dependence: an indicator-based assessment*. Occasional papers 145. Brussels: European Commission.
26. Eurostat (2014a). Energy trends. Najdeno 27. decembra 2014 na spletnem naslovu http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Energy_trends
27. Eurostat (2014b). Energy production and imports. Najdeno 27. decembra 2014 na spletnem naslovu http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Energy_production_and_imports
28. *Factors affecting natural gas prices*. Najdeno 26. julija 2014 na spletnem naslovu http://www.eia.gov/energyexplained/index.cfm?page=natural_gas_factors_affecting_prices

29. Fawzi, A. (2013). North America leads the world in production of shale gas. *EIA*. Najdeno 29. septembra 2014 na spletnem naslovu <http://www.eia.gov/todayinenergy/detail.cfm?id=13491>
30. FracFocus (2014). What chemicals are used. Najdeno 28. decembra 2014 na spletnem naslovu <http://fracfocus.org/chemical-use/what-chemicals-are-used>
31. Gospodarsko interesno združenje za distribucijo zemeljskega plina (2007). Zanesljivost dobave. Najdeno 26. maja 2014 na spletnem naslovu <http://www.giz-dzp.si/index.php?id=32>
32. Ground Water Protection Council. (2009). Modern shale gas development in the United States: a primer. Najdeno 26. septembra 2014 na spletnem naslovu http://energy.gov/sites/prod/files/2013/03/f0/ShaleGasPrimer_Online_4-2009.pdf
33. Howarth, R.W., Santoro, R., & Ingraffea, A. (2011). Methane and the greenhouse-gas footprint of natural gas from shale formations. *Climatic change*, str. 679-690.
34. *How we operate*. Najdeno 8. septembra 2014 na spletnem naslovu <http://www.chevron.com/deliveringenergy/naturalgas/shalegas/howweoperate/>
35. IEA (2004). *Energy statistics manual*. Paris: International Energy Agency.
36. IEA (2009). *World energy outlook 2009*. Paris: International Energy Agency.
37. IEA (2010). *Medium-term oil & gas markets 2010*. Paris: International Energy Agency.
38. IEA (2012a). *Golden rules for a golden age of gas*. Paris: International Energy Agency.
39. IEA (2012b). *World energy outlook 2012*. Paris: International Energy Agency.
40. IEA (2013). *Medium-term gas market report*. Paris: International Energy Agency.
41. IEA (2014a). FAQs: Natural gas. Najdeno 23. junija 2014 na spletnem naslovu <http://www.iea.org/aboutus/faqs/gas/>
42. IEA (2014b). *Key world energy statistics 2014*. Paris: International Energy Agency.
43. *Interim results for the period ended 30 June 2014*. Najdeno 5. oktobra 2014 na spletnem naslovu <http://www.ascentresources.co.uk/news/interim-results-for-the-period-ended-30-june-2014>
44. Javna agencija RS za energijo (b.l.). Viri zemeljskega plina. Najdeno 18. junija 2014 na spletnem naslovu http://www.agencija.si/sl/informacija.asp?id_meta_type=30&id_informacija=995
45. Kinnaman, T.C. (2011). The economic impact of shale gas extraction: a review of existing studies. *Ecological economics*, 70(7), 1243-1249.

46. Kovač, L. (2011, 30. december). Prekmurci ne bodo šejki. *Finance*. Najdeno 26. maja 2014 na spletnem naslovu <http://oe.finance.si/335380/Prekmurci-ne-bodo-%C5%A1ejki>
47. Kramžar, B. (2012, 24. maj). Evropa in zemeljski plin iz skrilavcev, *Delo*, str. 14.
48. Larson, C. (2014, 2. september). Water shortages will limit global shale gas development, especially in China. *Bloomberg Businessweek*. Najdeno 6. oktobra 2014 na spletnem naslovu <http://www.businessweek.com/articles/2014-09-02/water-shortages-will-limit-global-shale-gas-development-especially-in-china>
49. Lavelle, M. (2012, december). Metan – koristen in škodljiv hkrati. *National Geographic Slovenija*. 78-79.
50. Lee, A., Lee, D., Yu, J., & Zhang T. (2013). A comparison of natural gas pricing mechanisms of the end-user markets in USA, Japan, Australia and China. Najdeno 25. decembra 2014 na spletnem naslovu http://forum.gasfund.com.au/site/files/Pricing_Mechanisms_Comparison_Report.pdf
51. Liang, F.Y., Ryvak, M., Sayeed, S., & Zhao, N. (2012). The role of natural gas as a primary fuel in the near future, including comparisons of acquisition, transmission and waste handling costs of as with competitive alternatives. *Chemistry Central Journal*. 6. 1-24.
52. Malo, H. (2013, 24. junij). Are we living through a shale bubble? World watch organization. Najdeno 8. septembra 2014 na spletnem naslovu <http://blogs.worldwatch.org/sustainabilitypossible/shale-bubble/>
53. Medlock, K.B. (2012). Modeling the implications of expanded US shale gas production. *Energy strategy reviews*, 1(1), 33-41.
54. Nafeez, A. (2013, 21. junij). Shale gas won't stop peak oil, but could create an economic crisis. *The Guardian*. Najdeno 16. septembra 2014 na spletnem naslovu <http://www.theguardian.com/environment/earth-insight/2013/jun/21/shale-gas-peak-oil-economic-crisis>
55. *Natural gas weekly update*. Najdeno 27. decembra 2014 na spletnem naslovu <http://www.eia.gov/naturalgas/weekly/>
56. Paerson, I., Zeniewski, P., & Gracceva, F. (2012). *Unconventional gas: potential energy market impacts in the European Union*. Luxembourg: European Commission.
57. Patrick, J. (2013, 19. September). Give up the shale gas fantasy and profit when the bubble bursts: interview with Bill Powers. *The energy collective*. Najdeno 13. septembra 2014 na spletnem naslovu <http://theenergycollective.com/streetwiser/275581/bill-powers-give-shale-gas-fantasy-and-profit-when-bubble-bursts>
58. PWC (2011). Shale gas. A renaissance in US manufacturing? Delaware: PricewaterhouseCoopers.

59. Smith, T. (2012). Environmental considerations of shale gas development. *American Institute of Chemical Engineers. New York*, 53-59.
60. Speight, J.G. (2013). *Shale gas production processes*. Oxford: Gulf professional publishing.
61. *Statistical review of world energy 2014*. Historical data. Najdeno 7. oktobra 2014 na spletnem naslovu <http://www.bp.com/en/global/corporate/about-bp/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/country-and-regional-insights/us-insights.html>
62. Stevens, P. (2012). The »shale gas revolution«: developments and changes. *Energy, environment and resources*, 2012/04, August 2012.
63. Swift K. T., & Moore, G. M. (2013). Shale gas brightens outlook for U.S. chemicals. *Chem Economics*, 109, 24-28.
64. Šimac, J. (2012, 16. avgust). Britanci bi nas rešili plinske odvisnosti od Rusije. *Finance*. Najdeno 11. septembra 2014 na spletnem naslovu <http://oe.finance.si/680831/Britanci-bi-nas-re%C5%A1ili-plinske-odvisnosti-od-Rusije>
65. Šimac, J. (2013a, 9. maj). Kako britanski plinarji čutijo Slovenijo, *Finance*. Najdeno 4. septembra 2014 na spletnem naslovu <http://www.ascentresources.co.uk/news/interim-results-for-the-period-ended-30-june-2014>
66. Šimac, J. (2013b, 13. maj). Pospešek britanskemu črpanju plina v Lendavi. *Finance*. Najdeno 18. junija 2014 na spletnem naslovu <http://www.finance.si/8340036/Pospe%C5%A1ek-britanskemu-%C4%8Drpanju-plina-v-Lendavi>
67. Šalamun, A., & Šimac, J. (2012, 27. avgust). Kaj je sporno pri pridobivanju plina iz skrilavcev in peščenjakov, *Finance*, 163, str. 11.
68. Ternes, M. E. (2012). Regulatory programs governing shale gas development. *Chemical engineering progress*, August 2012. 108. 6.
69. *US fracking industry »wasting 1bn USD a year in gas flaring«*. Najdeno 2. marca 2014 na spletnem naslovu <http://www.theguardian.com/environment/2013/jul/31/us-fracking-industry-gas-flaring>
70. Vengosh, A., Warner, N., & Jackson, R. (2013). The effects of shale gas exploration and hydraulic fracturing on the quality of water resources in the United states. *Procedia*, 7, 863-866.
71. Werner, A.K., Vink, S., Watt, K., & Jagals, P. (2014). Environmental health impacts of unconventional natural gas development: a review of the current strength of evidence. *Science of the total environment*, 505, 1127-1141.

72. Zgonik, S. (2011, 30. september). Na pragu pomembne najdbe. Projekt iskanja plina v Prekmurju je tik pred vrhuncem. *Mladina*. Najdeno 28. avgusta 2014 na spletnem naslovu <http://www.mladina.si/105900/na-pragu-pomembne-najdbe/>